

14.608/H/02



**TUGAS AKHIR
(KL 1702)**

**STUDI PENENTUAN
MODEL OFFSHORE FISH FARMING**



RSKe
639.3
Sub
5.1

2001

Disusun Oleh :

AGUNG SUBALI

NRP. 4396 100 037

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2001

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terbit	2-1-2002
Penyusun	H
nomor	21-4835

**STUDI PENENTUAN
MODEL OFFSHORE FISH FARMING**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

**Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan**

**Insitut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, Agustus 2001

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Hartanta Tarigan, MSc.
NIP. 131 651 416



Dosen Pembimbing II,



Ir. Joswan. J. Soedjono, M.Sc
NIP. 130 359 270

Ini adalah setetes dari ungkapan terima kasih ku yang besar kepada Bapak dan Ibu atas do'a restu, pengorbanan dan perjuangan kalian untuk mengangkat derajatku dengan ilmu pengetahuan.

ABSTRAK

Perancangan keramba yang sesuai perlu dilakukan untuk optimalisasi pembudidayaan ikan. Dalam merancang keramba harus mempertimbangkan aspek lingkungan, fungsi dan ekonomi. Perancangan keramba dilakukan dengan langkah-langkah yaitu: studi lapangan, penentuan model dan analisa kekuatan. Penentuan model memerlukan berbagai tahapan antara lain adalah perencanaan bentuk struktur dan bahan yang dipakai. Perencanaan bentuk tidak terlepas dari pertimbangan aspek lingkungan seperti sifat ikan kerapu sebagai media budidaya dan kondisi perairan. Penentuan bentuk dilakukan dengan membandingkan tiga jenis struktur sederhana yaitu keramba mengapung, keramba melayang dan keramba tenggelam. Pemilihan bahan, dilakukan dengan membandingkan kayu, besi, plastik, dan bambu. Perancangan model keramba dirancang untuk kedalaman air 5 meter.

Dengan proses perbandingan dan perancangan bentuk serta bahan yang akan dipakai maka model yang cocok adalah keramba tenggelam. Dengan pertimbangan ekonomis didapat bahwa dengan bahan dasar bambu untuk modal kecil dan baja untuk jangka panjang. Keramba ditenggelamkan dengan pemberat beton. Perhitungan kekuatan struktur terhadap beban lingkungan yang terjadi mengakibatkan terjadinya defleksi sebesar 6,2 mm, dengan stabilitas yang baik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan tugas akhir, dengan judul "**Studi Penentuan Model Offshore Fish Farming**" ini.

Penulis sadar bahwa dalam mengerjakan tugas akhir ini banyak bantuan yang telah diterima baik material maupun semangat. Oleh karena itu patut kiranya apabila penulis menghaturkan terima kasih dan penghargaan yang besar kepada :

1. Bapak dan ibu serta seluruh keluarga yang telah membiayai dan mendukung penulis selama kuliah, serta do'a restu yang telah diberikan.
2. Dr.Ir.H.Tarigan, dan Ir. J.J. Soedjono, M.Sc sebagai dosen pembimbing, yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr.Ir. P. Indiyono, M.Sc dan Dr.Ir.Wahyudi, M.Sc sebagai Ketua jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan-FTK ITS. Beserta seluruh dosen yang telah membantu selama masa perkuliahan.
4. Ir.Jusuf Sutomo, M.Sc sebagai dosen wali atas bimbingan selama menempuh perkuliahan di Teknik Kelautan.
5. Ir. Murdjito, MSc.Eng dan Ir. V. Rumawas,S.Psi atas konsultasi, buku-buku dan ijin penggunaan Lab nya.
6. Heny Sulistiyani tercinta, atas kasih sayang, pengertian, dan sorongan semangat sehingga penulis

dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Dan juga atas masa-masa yang menyenangkan selama ini.

7. Hafidz, rumanto, soni, hendrik, uton, ondy, rizal dan seluruh angkatan '96 atas kebersamaan dan masa yang menyenangkan selama perkuliahan.
8. Penghuni T-78 dan Admin Lab-kom atas bantuan dan "hiburannya".
9. Seluruh mahasiswa T.Kelautan atas keceriaan dan kebersamaan selama penulis kuliah.
10. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebut satu persatu

Penulis sadar bahwa dalam tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga Tugas akhir ini berguna bagi pembaca.

Surabaya, Agustus 2001

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Permasalahan	I-2
1.3 Tujuan	I-2
1.4 Batasan Masalah	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	II-1
2.1 Tinjauan Pustaka	II-1
2.2 Dasar Teori	II-2
2.2.1 Offshore Fish Farming	II-2
2.2.2 Sekilas Tentang Ikan Kerapu	II-7
2.2.3 Teori Gelombang	II-10
2.2.4 Arus	II-24
2.2.5 Stabilitas	II-30

BAB III	METODOLOGI TUGAS AKHIR.....	III-1
BAB IV	PENENTUAN MODEL.....	IV-1
4.1	Penentuan Model.....	IV-2
4.1.1	Keramba Model Apung	IV-2
4.1.2	Keramba Tenggelam.....	IV-5
4.1.3	Keramba Melayang.....	IV-8
4.2	Penentuan Bahan.....	IV-6
4.2.1	Kayu	IV-7
4.2.2	Pipa Baja.....	IV-8
4.2.3	Pipa Paralon.....	IV-9
4.2.4	Bambu.....	IV-9
4.3	Sarana Dan Prasarana Keramba Terapung.....	IV-11
4.3.1	Struktur Utama	IV-12
4.3.2	Jaring.....	IV-13
4.4	Sarana Dan Prasarana Keramba Tenggelam.....	IV-14
4.4.1	Struktur Utama.....	IV-14
4.4.2	Jaring.....	IV-17
4.5	Sarana Dan Prasarana Keramba Melayang.....	IV-25
4.5.1	Jaring.....	IV-25
4.5.2	Pelampung.....	IV-26
4.5.3	Pemberat (jangkar).....	IV-26
4.6	Sistem Operasional.....	IV-27
4.7	Pemilihan Bahan Dan Model Keramba.....	IV-31

	4.7.1 Pemilihan Model.....	IV-31
	4.7.2 Pemilihan Bahan.....	IV-33
BAB V	ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	V-1
5.1	Analisa ekonomis.....	V-1
5.1.1	Biaya Opembuatan Keramba.....	V-3
5.1.2	Analisa Ekonomis Tiap Musim Tanam.....	V-4
5.2	Analisa Struktur.....	V-7
5.2.1	Pembebanan Akibat Gaya Gelombang.....	V-8
5.2.2	Pembebanan Akibat Arus.....	V-11
5.2.3	Stabilitas.....	V-14
5.2.4	Respon Struktur.....	V-20
BAB VI	PENUTUP.....	VI-1
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1	Jenis Offshore fish farming.....	II-3
GAMBAR 2.2	Keramba apung sederhana.....	II-4
GAMBAR 2.3	Keramba apung Modern.....	II-4
GAMBAR 2.4	Keramba jenis melayang (Jerman) dan tenggelam (Indonesia).....	II-6
GAMBAR 2.5	Keramba terpancang.....	II-7
GAMBAR 2.6	Parameter fungsi kedalaman relatif.....	II-15
GAMBAR 2.7	Distribusi kecepatan partikel.....	II-18
GAMBAR 2.8	Daerah penerapan teori gelombang.....	II-20
GAMBAR 2.9	Medan percepatan fluida.....	II-21
GAMBAR 2.10	Terminologi net dan mesh.....	II-29
GAMBAR 2.11	Gaya-gaya hidrodinamis pada pipa.....	II-30
GAMBAR 3.1	Flowchart metodologi penyelesaian.....	III-6
GAMBAR 4.1	Gambar anatomi bambu.....	IV-11
GAMBAR 4.2	Kerangka utama keramba apung.....	IV-12
GAMBAR 4.3	Posisi pengikatan mooring pada keramba.....	IV-13
GAMBAR 4.4	Cara menyambung jaring.....	IV-14
GAMBAR 4.5	Struktur utama keramba tenggelam.....	IV-16
GAMBAR 4.6	Bagan jaring.....	IV-18
GAMBAR 4.7	Cara mengikat jaring ke bagan jaring.....	IV-19
GAMBAR 4.8	Posisi pipa pemberi makan.....	IV-23
GAMBAR 4.9	Pemasangan rakit-rakit saat panen.....	IV-23
GAMBAR 5.1	Sistem koordinat dan join.....	V-13

DAFTAR TABEL

TABEL	2.1 Coefisien-coefisien berdasarkan besarnya angka Reynolds untuk pipa.....	II-34
TABEL	4.1 Properti mekanik dari berbagai material konstruksi.....	IV-11
TABEL	5.1 Biaya Pembuatan Keramba.....	V-4
TABEL	5.2 Perhitungan Biaya Per Musim Tanam.....	V-5
TABEL	5.3 Keuntungan tiap bahan Struktur.....	V-7
TABEL	5.1 Hasil perhitungan gaya gelombang.....	V-10
TABEL	5.2 Besarnya gaya drag dan lift.....	V-13
TABEL	5.3 Gaya drag dan lift kaki keramba.....	V-18
TABEL	5.4 Defleksi maksimum pada struktur.....	V-20
TABEL	5.5 Momen maksimum pada struktur.....	V-21

DAFTAR NOTASI

- φ : potensial kecepatan
- g : percepatan gravitasi
- σ : frekuensi gelombang
- k : angka gelombang
- d : kedalaman laut
- y : jarak vertikal suatu titik yang ditinjau terhadap muka air diam
- x : jarak horizontal
- t : waktu
- C_a : massa tambah
- F_d : gaya drag
- D : diameter silinder
- ρ : massa jenis zat cair
- a : percepatan zat cair arah horizontal
- L : Panjang Gelombang
- u : kecepatan horisontal partikel
- v : kecepatan vertikal partikel
- F : gaya total yang bekerja pada silinder tegak
- C_D : koefisien drag
- C_I : koefisien inertia, $C_I = 1 + C_a$
- C_a : koefisien massa tambah

k : angka gelombang

z : kedalaman biasanya bernilai negatif

dF_D : gaya drag per satuan luas

dF_L : gaya angkat per satuan luas

C_L : koefisien angkat (*lift*) merupakan fungsi sudut (α) antara arah normal dengan arah arus.

ρ : densitas air laut

U : kecepatan arus

α : sudut antara arah normal dengan sudut datang (arus)

dA : luas bidang yang ditinjau.

S_n : solidity Ratio

Re : angka reynolds

t : diameter jaring

D_t : ukuran jaring (mesh)

V : kinematik viscosity

d : diameter tali jaring

W : Berat total pipa

F_D : gaya drag

F_i : gaya inersia

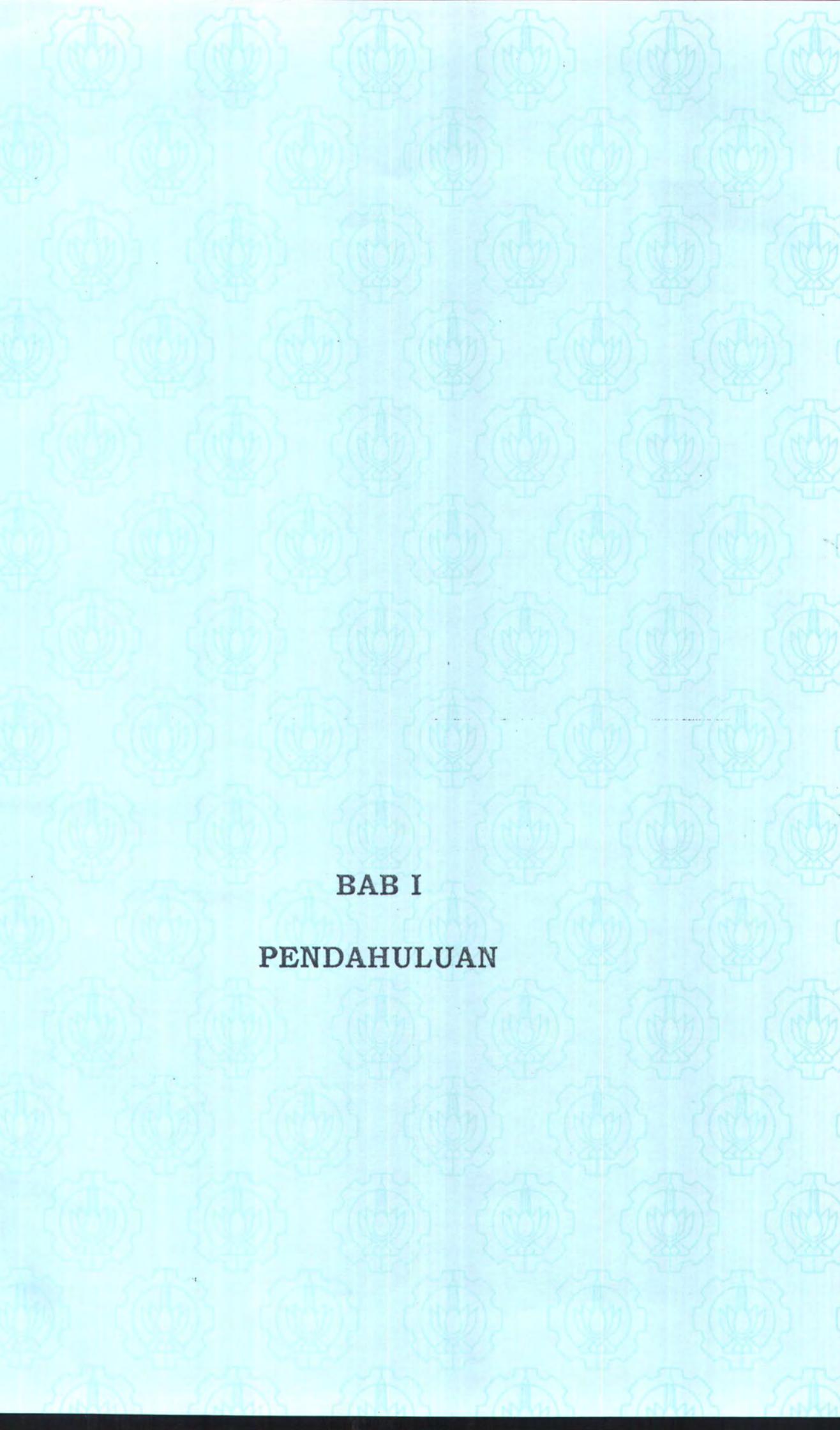
F_L : gaya angkat (*lift*)

F_r : gaya penahan /gesek

N : gaya normal

U : kecepatan arus

- θ : kemiringan dasar laut.
- μ : koefisien gesek antara struktur dengan permukaan dasar laut.
- ρ : densitas air laut
- D : diameter pipa
- U : kecepatan arus
- e : ketinggian kekasaran permukaan



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Perkembangan dunia perikanan di Indonesia saat ini kurang berkembang dengan baik. Dalam perkembangannya diperlukan suatu terobosan baru yang diharapkan dapat meningkatkan produksi dan mutu hasil perikanan Indonesia.

Pembudidayaan ikan di Indonesia telah banyak dilakukan baik itu didarat maupun dipantai yang selama ini dilakukan secara tradisional (sederhana). Pembudidayaan didarat (tambak) tidak terlalu memerlukan teknologi yang canggih dibandingkan di daerah pantai maupun lepas pantai, namun dengan perkembangan harga tanah yang semakin mahal dan langka mengakibatkan perkembangan tambak kurang bagus.

Pembudidayaan ikan lepas pantai adalah suatu teknologi baru yang selama ini dikembangkan negara penghasil ikan terbesar dunia. Teknologi ini

sangat bagus dikembangkan di Indonesia. Iklim tropis dan laut yang sangat luas merupakan lahan yang sangat cocok untuk perkembangan ikan terutama ikan yang mempunyai harga jual yang bagus dipasar dunia.

Pembudidayaan ikan dilakukan berdasarkan pemikiran bahwa sumberdaya ikan dilaut semakin terbatas. Keterbatasan ini tidak lain akibat dari semakin besarnya eksploitasi perikanan di Indonesia dan pencemaran di laut. Selain itu pembudidayaan ikan ini dapat dijadikan sebagai sarana pemeliharaan dan kesinambungan (*sustainable*) perikanan indonesia terhadap satu atau lebih jenis ikan di laut Indonesia.

Pembudidayaan ikan lepas pantai bisa dijadikan suatu sektor baru pendapatan negara, dalam hal ini investasi yang dilakukan tidaklah terlalu mahal namun memiliki prospek yang sangat bagus untuk dikembangkan dimasa depan sektor baru devisa negara non-migas.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan dipecahkan adalah :

1. Bagaimana menentukan model *offshore fish farming* yang cocok dengan jenis ikan kerapu, serta bahan yang paling sesuai untuk masyarakat pesisir yang memiliki modal kecil.
2. sarana dan pra-sarana apasajakah yang diperlukan.

1.3 TUJUAN

Adapun tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui model yang paling tepat dalam pembuatan *offshore fish farming* untuk jenis ikan kerapu yang banyak terdapat diperairan Indonesia dan juga menentukan bahan dasar yang paling sesuai dengan kondisi masyarakat pantai utara laut jawa yang memiliki modal kecil.
2. Mengetahui sarana dan pra-sarana yang dibutuhkan pada pembuatan *offshore fish farming*.

1.4 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penulisan usulan tugas akhir ini adalah :

1. ikan yang ditinjau adalah jenis ikan kerapu yang banyak terdapat di Indonesia dan berharga jual tinggi.
2. daerah yang ditinjau adalah daerah Pasir putih, Situbondo.
3. untuk perhitungan pondasi dan bagian penyangga jaring dianggap pipa.
4. arah datang gelombang dan arah arus sama.
5. kemiringan dasar laut adalah sangat landai sehingga diasumsikan permukaan dasar laut adalah rata.
6. kedalaman air yang dipakai adalah sebesar 5 meter
7. dalam perhitungan kekuatan struktur permukaan bahan dianggap licin dan memiliki diameter yang sama.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan bangunan lepas pantai sebagai sarana budidaya ikan pertama kali dicoba di negara norwegia pada tahun 1986, dan sampai sekarang pengembangna dan perbaikan terus dilakukan oleh negara-negara penghasil ikan (mis : jepang).

Percobaan bangunan lepas pantai yang dilakukan Lundgren (1986) mengemukakan bahwa pemilihan luas dari bangunan ini tidak mengirangi kenaturalan lingkungan bagi ikan yang dipelihara dimana ikan dapat berenang bebas walaupun tetap berada dalam jaring. Keterbatasan dari bangunan yang di rancang Lundgren tersebut adalah menghadapi badai dimana tinggi gelombang dapat melebihi ketinggian dari bangunana ini.

Industri budidaya ikan yang saat ini di Indonesia masih bersifat tradisional dan masih disekitar pantai dengan teknologi yang dipakai masih

konvensional yang kurang memperhitungkan faktor-faktor teknis yang akan berhubungan langsung dengan kesinambungan dari budidaya tersebut (mis : kekuatan struktur, dll).

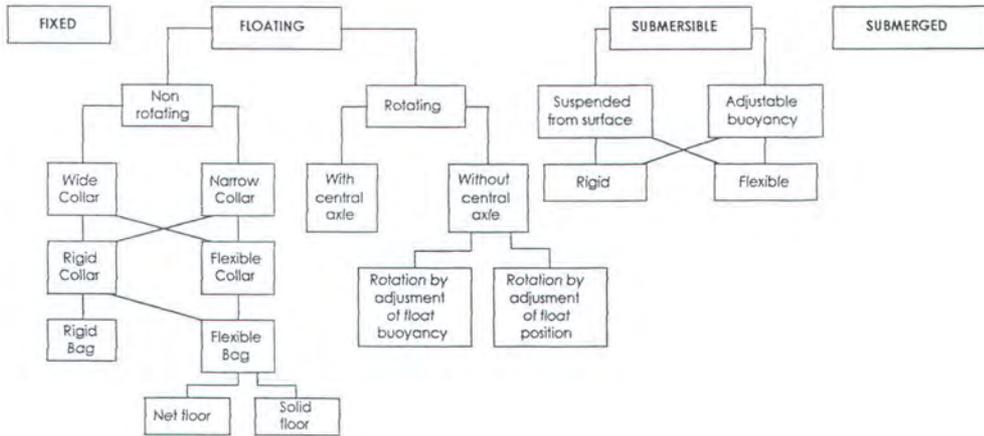
2.2 DASAR TEORI

2.2.1 OFFSHORE FISH FARMING

Offshore fish farming merupakan alternatif dalam menjaga dan meningkatkan hasil perikanan di Indonesia. Penggunaan *offshore fish farming* dalam pembudidayaan ikan sekarang lebih ditekankan pada pembudidayaan ikan yang berharga jual tinggi, hal ini juga berdasarkan pada kondisi perikanan tangkap di Indonesia yang terbatas karena teknologi yang berkembang kurang mendukung.

Pengembangan *offshore fish farming* di Indonesia masih bersifat konvensional, dalam hal ini penggunaan teknologi yang baik kurang diterapkan sehingga hasil yang didapatkan juga kurang bagus. Selain penggunaan peralatan yang masih sederhana sebab lain yang mengakibatkan kurang bagusnya budidaya tersebut adalah sistem pembenihan yang kurang bagus.

Offshore fish farming berdasarkan letak dapat di bagikan dalam empat kategori (gambar 2.1) yaitu: *floating* (mengapung), *semi-submersible* (melayang), *submerged* (tenggelam) dan *fixed* (terpancang).



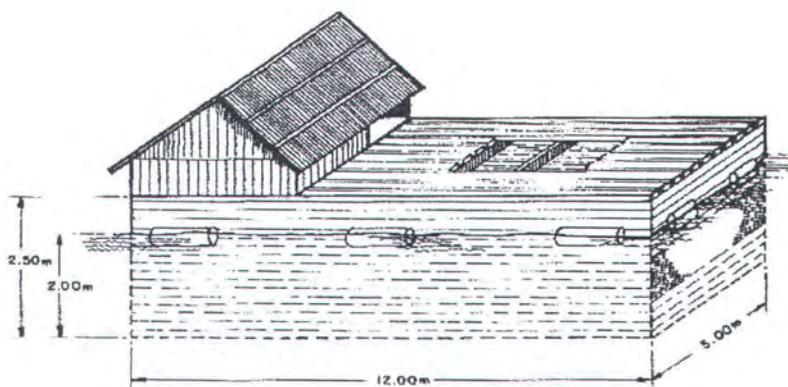
Gb.2.1 jenis offshore fish farming

Keramba Sistem Mengapung

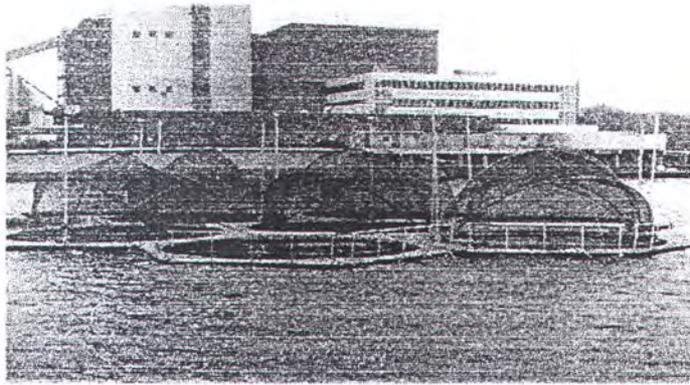
Penggunaan sistem mengapung saat ini sedang dikembangkan dan banyak dipakai untuk perairan di Indonesia. Sistem ini bersifat konvensional karena mempunyai peralatan dan teknologi sederhana yang bisa dijangkau oleh nelayan tanpa harus mendatangkan suatu peralatan yang rumit sehingga penggunaan sistem ini dipandang lebih baik untuk pengembangan daerah pantai dan lebih murah.

Sistem ini hanya memiliki struktur yang sederhana yaitu penggunaan jaring yang di buat sebagai penampung ikan berbentuk kotak. Jaring ini pada permukaan air diikat pada balok kayu yang berbentuk bujur sangkar, dan diapungkan dengan tong plastik yang diikatkan pada kayu tersebut. Sebagai pemancang dipakai jangkar pada tiap sudut sehingga struktur tidak terbawa arus atau gelombang. Untuk keperluan penjaga maka dibangun rumah kecil sebagai tempat teduh penjaganya.

Untuk struktur yang lebih rumit, keramba jenis ini di buat dari logam dan fiberglass sehingga stukturanya kuat sehingga dapat di gunakan untuk daerah lepas pantai maupun di pantai. Struktur ini dilengkapi dengan perlengkapan yang sangat canggih.



Gb 2.2 keramba apung sederhana



Gb 2.3 Keramba mengapung modern

Keramba Melayang (submersible)

Jenis ini banyak digunakan di negara-negara yang sudah maju industri perikanannya, seperti Jepang, Norway, dsb. Penggunaan struktur ini memerlukan investasi yang besar karena selain biaya pembuatan yang besar, juga biaya pemasangan memerlukan peralatan yang sangat mahal dan sulit karena letak dari struktur ini adalah daerah lepas pantai dengan kedalaman puluhan sampai ratusan meter.

Struktur ini biasanya berbentuk rectangular dan memiliki self floating system sehingga dengan mengatur system balastingnya, struktur tersebut dapat diatur kedalaman yang diinginkan. Struktur ini ditambah dengan mooring line ke dasar laut. Struktur ini terbuat dari baja atau lebih sederhananya kita rangkaian pipa dengan diameter

tertentu dengan memperhitungkan daya apung dari struktur tersebut.

Jaring yang dipakai juga lebih baik dari system konvensional. Jaring ini lebih kuat dan tahan terhadap predator dan pengaruh lingkungan sekitarnya. Struktur ini berbentuk kerucut pada bagian atas yang terdapat control room untuk mengawasi kondisi cage atau perkembangan ikan yang di budidayakan didalamnya.

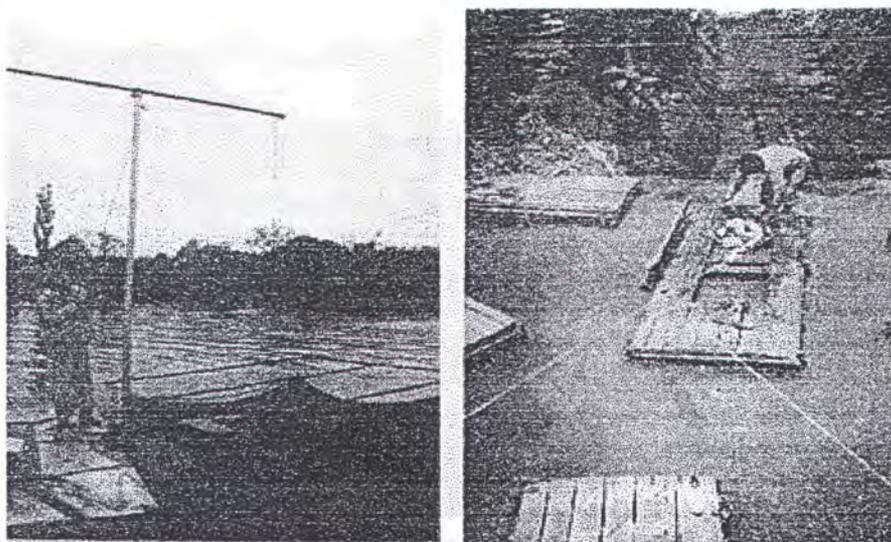
Sistem keramba tenggelam (submerged)

Struktur ini belum banyak dikenal dan dikembangkan, terutama di daerah berkembang seperti di Indonesia karena investasi yang diperlukan sangat besar dan teknologi yang dipergunakan belum banyak diketahui dan rumit. Terutama untuk daerah lepas pantai.

Struktur ini terpancang didasar laut, memiliki empat atau lebih tiang penyanggah sebagai tempat jaring diikatkan. Keuntungan struktur ini adalah dapat terhindar dari beban gelombang dan badai yang terjadi dipermukaan laut. Struktur ini ditenggelamkan dengan suatu pemberat tertentu yang

dapat menenggelamkan serta menahan beban-beban lingkungan yang akan dialami oleh keramba tersebut.

Selain itu juga dipikirkan tentang cara untuk menaikkan dan menurunkan jaring tempat ikan dibudidayakan sehingga kita tidak perlu menaikkan turunkan keramba setiap kita akan melakukan kontrol dan panen.



Gb.2.4 keramba jenis melayang (jerman) dan keramba tenggelam (Jawa barat, Indonesia)

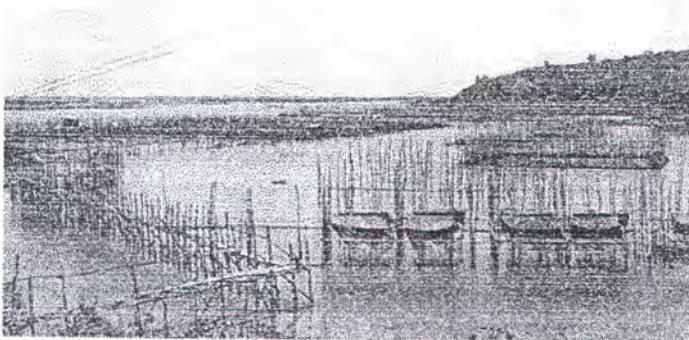
Keramba Sistem terpancang (fixed)

Keramba jenis ini adalah jenis yang paling banyak dipakai di daerah asia tenggara (Philipina, Indonesia, Vietnam, Dll), china, india, dan daerah pasifik. Keramba ini memiliki struktur yang

sederhana yaitu terdiri dari jaring dan tiang penyangga yang ditancapkan ke dasar perairan.

Keramba jenis ini banyak dipakai terutama untuk daerah perairan air tawar yaitu sungai dan danau serta untuk daerah pantai yang memiliki keadalaman tidak begitu besar. Bahan yang dipakai biasanya adalah bambu yang banyak tersebar di wilayah Asia. Selain itu alternatif lain adalah dengan menggunakan kayu, walaupun lebih mahal namun kayu memiliki kekuatan yang lebih baik dari pada bambu.

Seperti halnya jenis keramba yang lain, keramba ini harus memiliki ketahanan untuk beban statis vertikal yaitu beban berat jaring dan perlengkapan serta operasionalnya, juga beban lingkungan yang mempengaruhi; gaya angin, gaya arus, gelombang, dsb.



Gb.2.5 keramba terpancang untuk pantai dan danau

2.2.2 Sekilas Tentang Ikan Kerapu

Kerapu terdiri dari 46 spesies yang ada dan hidup di berbagai tipe habitat perairan laut. Ikan ini mempunyai nilai pasar yang tinggi meskipun hal tersebut tergantung pada spesiesnya. Ukuran konsumsi berkisar 0,5 kg - 2 kg. Di pasar internasional dikenal dengan nama *grouper*. Kerapu di alam tergolong karnivora yang memakan ikan, udang, dan *crustacea*. Ikan ini termasuk golongan famili *serrnidae* (Sunyoto, 2000). Kerapu hidup di kawasan terumbu karang di perairan dangkal hingga 100 meter. Mereka hidup didalam lubang-lubang karang atau rumpon dengan aktivitas yang relatif rendah.

Kerapu muda hidup di perairan karang pantai dengan kedalaman 0,5 m - 3 m. Habitat adalah perairan dasar pasir berkarang yang ditumbuhi padang lamun. Selanjutnya menginjak dewasa akan bergerak ke perairan yang lebih dalam antara 7 m - 40 m. jenis kerapu yang telah di budidayakan antara lain :

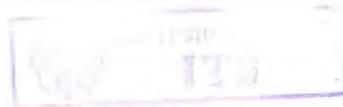
- Kerapu tikus (*Chromileptes altivelis*)
- Kerapu merah (*Plectropomus maculatus*)
- Kerapu lumpur (*Epinephelus suillus*)

- Kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*).

Lokasi Budidaya

Pemilihan lokasi sangat penting bagi kelangsungan usaha budidaya kerapu tikus. Beberapa faktor yang perlu di pertimbangkan di antaranya sebagai berikut (Paimin, 2000):

- *Gangguan Alam*, Gangguan alam misalnya ombak yang berlangsung terus-menerus, badai, dan gelombang besar atau arus laut yang keras. Ombak yang terus-menerus dapat mengakibatkan ikan menjadi stress sehingga mengurangi selera makan, dan arus yang kuat dapat merusak posisi keramba dan menghanyutkan.
- *Pencemaran*, Lingkungan perairan seringkali tercemar oleh limbah berupa bahan kimia berbahaya, sisa pestisida, plastik, detergen, atau sampah organik. Semua dapat mengganggu kesehatan dan kehidupan ikan. Bahkan bahan kimia tertentu, terutama yang mengandung logam berat atau bahan beracun dapat mengancam kehidupan ikan dan orang yang mengkonsumsinya.
- *Predator*, beberapa jenis ikan dapat menjadi ancaman bagi kehidupan dan mengganggu



ketenangan ikan sehingga menyebabkan menurunnya produksi. Ikan-ikan tersebut di antaranya ikan buntal dan ikan besar yang ganas.

- *Lalulintas Laut*, lalulintas kapal atau perahu nelayan dapat mengganggu ketenangan usaha budidaya. Selain itu, kapal-kapal besar juga berpotensi untuk mencemari lingkungan perairan dengan membuang limbah atau sisa minyak yang menjadi bahan bakarnya.

Faktor-faktor fisik dan kimia

Selain faktor-faktor tersebut diatas, faktor yang harus dipertimbangkan untuk budidaya adalah faktor-faktor fisik dan kimia dari lokasi (air laut) budidaya. Perairan tersebut harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Kecerahan minimal 5 meter
- Kadar garam (salinitas) 30-33 ppt (ppt = *part per thousand*, atau permil)
- Suhu air 24°C - 32°C
- PH air 7 - 9
- Kecepatan arus 20 - 50 cm/detik

- Kandungan oksigen terlarut (DO, *dissolved oxygen*) minimal 3 ppm
- Kedalaman air ideal 5 - 12 meter

2.2.3 Teori Gelombang

Persamaan Gelombang

Teori gelombang amplitudo kecil dapat diturunkan dari persamaan kontinuitas untuk aliran tak rotasi (persamaan Laplace) (Triatmojo, 1999) yaitu:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (2.1)$$

dengan :

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \quad \text{dan} \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y} \quad (2.2)$$

kondisi batas didasar laut dari persamaan tersebut adalah kecepatan vertikal nol.

$$v = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \quad \text{di} \quad y = -d \quad (2.3)$$

kondisi batas pada permukaan diperoleh dari persamaan Bernoulli untuk aliran tak mantap.

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{1}{2}(u^2 + v^2) + gy + \frac{p}{\rho} = 0 \quad (2.4)$$

dengan :

g = percepatan gravitasi

p = tekanan

ρ = rapat massa cair

Apabila persamaan tersebut dilinierkan, yaitu dengan mengabaikan u^2 dan v^2 , dan pada permukaan $y = \eta$, serta mengambil tekanan di permukaan adalah nol (tekanan atmosfer), maka persamaan Bernoulli menjadi :

$$\eta = -\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial t} \Big|_{y=\eta} \quad (2.5)$$

Dengan anggapan bahwa gelombang adalah kecil terhadap kedalaman, maka kondisi batas di $y=0$ adalah kira-kira $y = \eta$. Dengan anggapan tersebut, maka kondisi batas permukaan adalah :

$$\eta = -\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial t} \Big|_{y=0} \quad (2.6)$$

Jadi persamaan yang diselesaikan adalah sebagai berikut :

1. Persamaan Laplace

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (2.1)$$

2. Kondisi batas persamaan tersebut adalah :

$$v = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \quad \text{di} \quad y = -d \quad (2.3)$$

$$\eta = -\frac{1}{g} \frac{\partial \varphi}{\partial t} \Big|_{y=0} \quad (2.6)$$

Persamaan tersebut diselesaikan untuk mendapatkan nilai φ . Berdasarkan nilai φ yang diperoleh tersebut, sifat-sifat gelombang seperti fluktuasi muka air, kecepatan rambat gelombang, kecepatan partikel dan sebagainya dapat diturunkan. Penyelesaian persamaan deferensial tersebut memberikan hasil berikut ini.

$$\varphi = \frac{ag}{\sigma} \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \quad (2.7)$$

dengan :

- φ : potensial kecepatan
- g : percepatan gravitasi
- σ : frekuensi gelombang
- k : angka gelombang
- d : kedalaman laut
- y : jarak vertikal suatu titik yang ditinjau terhadap muka air diam
- x : jarak horizontal
- t : waktu

Kecepatan Rambat dan Panjang Gelombang

Komponen vertikal kecepatan partikel pada permukaan air (v) adalah $v = \partial\eta/\partial t$, dimana η diberikan oleh persamaan (2.6), sehingga :

$$v = \frac{\partial\eta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left(-\frac{1}{g} \frac{\partial\varphi}{\partial t} \right) = -\frac{1}{g} \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} \quad (2.8)$$

karena $v = \partial\eta/\partial t$, maka persamaan tersebut dapat ditulis:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial y} = -\frac{1}{g} \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} \quad (2.9)$$

Untuk gelombang amplitudo kecil, nilai y dipermukaan adalah sama dengan dimuka air diam, sehingga $y=0$; dan persamaannya adalah :

$$\sigma^2 = gk \tanh(kd) \quad (2.10)$$

Oleh karena $\sigma = kC$, maka persamaan (2.10) menjadi:

$$C^2 = \frac{g}{k} \tanh(kd) \quad (2.11)$$

Jika nilai $k = 2\pi/L$ disubstitusikan kedalam persamaan (2.11) akan didapat :

$$C^2 = \frac{gL}{2\pi} \tanh(kd) \quad (2.12)$$

Persamaan (2.12) menunjukkan laju penjalaran gelombang sebagai fungsi kedalaman air (d) dan panjang gelombang (L). Jika nilai $k = \sigma/C = (2\pi/T)/C$ disubstitusikan kedalam persamaan (2.11), akan didapat nilai C sebagai fungsi T dan d .

$$C^2 = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad (2.13)$$

Dengan memasukkan nilai $k = 2\pi/L$ dan $C = L/T$ kedalam persamaan (2.12) akan diperoleh panjang gelombang sebagai fungsi kedalaman.

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad (2.14)$$

Dengan menggunakan persamaan (2.14), jika kedalaman air dan periode gelombang diketahui maka dengan metode iterasi akan didapat panjang gelombang L .

Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air (d) dan panjang gelombang (L), (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu :

1. Gelombang di laut dangkal, jika

$$d/L \leq 1/20$$

2. Gelombang di laut transisi, jika

$$1/20 < d/L < 1/2$$

3. Gelombang di laut dalam, jika

$$d/L \geq 1/2$$

Klasifikasi ini dilakukan untuk menyederhanakan rumus-rumus gelombang. Penyederhanaan dapat dijelaskan dengan menggunakan gambar 2.6 yang menunjukkan berbagai parameter sebagai fungsi dari kedalaman relatif.

Apabila kedalaman relatif d/L adalah lebih besar dari 0,5 ; nilai $\tanh(2\pi d/L) = 1,0$ sehingga persamaan (2.13) dan (2.14) menjadi

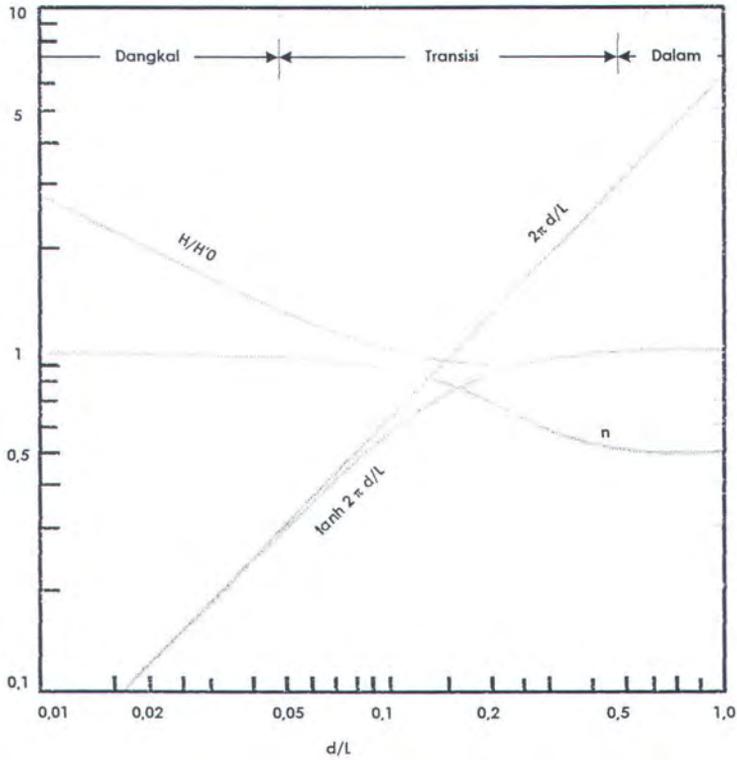
$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} \quad (2.15)$$

dan

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (2.16)$$

Indeks 0 menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut adalah untuk kondisi di laut dalam. Apabila percepatan gravitasi adalah $9,81 \text{ m/s}^2$, maka persamaan (2.16) menjadi :

$$L_0 = 1,56 T^2 \quad (2.17)$$



Gb. 2.6 Parameter fungsi kedalaman relatif
(Triatmodjo, 1999)

Apabila kedalaman relatif adalah kurang dari $1/20$, nilai $\tanh(2\pi d/L) = 2\pi d/L$ sehingga persamaan (2.13) dan (2.14) menjadi:

$$C = \sqrt{gd} \quad (2.18)$$

$$L = \sqrt{gd} \quad T = CT \quad (2.19)$$

Persamaan (2.18) dan (2.19) menunjukkan bahwa di laut dangkal cepat rambat dan panjang gelombang hanya tergantung pada kedalaman air.

Untuk kondisi gelombang di laut transisi, yaitu jika $1/20 < d/L < 1/2$, cepat rambat dan panjang gelombang dihitung dengan menggunakan persamaan (2.13) dan (2.14). Apabila persamaan (2.13) dibagi dengan (2.15) atau (2.14) dibagi dengan (2.16) maka didapat :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (2.20)$$

yang apabila dilihat pada gambar 2.1 menunjukkan penurunan kurva $\tanh(2\pi d/L)$, yang berarti terjadi pengurangan cepat rambat dan panjang gelombang selama penjarannya dari laut menuju pantai.

Apabila kedua ruas dari persamaan (2.20) dikalikan dengan d/L , maka akan didapat :

$$\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (2.21)$$

Persamaan (2.21) dapat digunakan untuk menghitung panjang gelombang di setiap kedalaman, apabila panjang gelombang dan laut dalam diketahui. Penyelesaian persamaan ini diperlukan proses iterasi dan untuk memudahkan perhitungan dilampirkan dalam tabel 1.

Kecepatan dan Percepatan Partikel Zat Cair

Dalam melakukan perhitungan gelombang perlu diketahui kecepatan dan percepatan partikel untuk berbagai kedalaman dan waktu (y dan t). Komponen horisontal dan vertikal kecepatan partikel air (u dan v) dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2.2), yaitu :

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad \text{dan} \quad v = \frac{\partial \phi}{\partial y}$$

dengan memasukkan nilai ϕ dari persamaan (2.7) kedalam persamaan diatas akan didapat :

$$u = \frac{ag \cosh k(d+y)}{C \cosh kd} \cos(kx - \sigma t)$$

Mengingat :

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh(kd) = \frac{gT}{2\pi} \frac{\sinh kd}{\cosh kd}$$

maka :

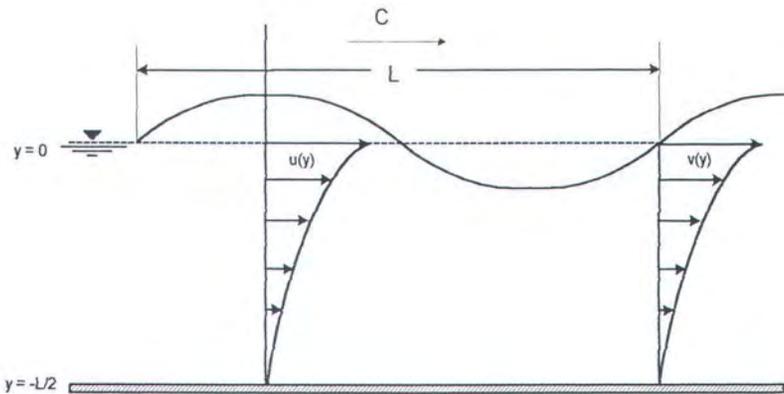
$$u = \left(\frac{\pi H}{T} \right) \frac{\cosh k(d+y)}{\sinh kd} \cos(kx - \sigma) \quad (2.22)$$

Dengan cara yang sama seperti diatas, komponen kecepatan vertikal partikel adalah :

$$v = \left(\frac{\pi H}{T} \right) \frac{\sinh k(d+y)}{\sinh kd} \sin(kx - \sigma) \quad (2.23)$$

Persamaan tersebut menunjukkan komponen kecepatan orbit partikel zat cair didalam gelombang pada kedalaman y . Pada kedalaman y , kecepatan adalah harmonik terhadap x dan t . Untuk nilai $\theta = (kx - \sigma t)$ tertentu fungsi hiperbolik (\cosh dan \sinh) berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya nilai y , yang menyebabkan komponen kecepatan berkurang dengan bertambahnya jarak kebawah dihitung dari muka air.

Gambar 2.7 menunjukkan pengurangan komponen kecepatan untuk nilai θ yang memberikan komponen terbesar. Pada kedalaman $y > -L/2$, kecepatan partikel adalah nol.



Gb 2.7 Distribusi kecepatan partikel pada kedalaman
(Triatmodjo, 1999)

Percepatan partikel zat cair dapat diperoleh dari persamaan (2.22) dan (2.23) dengan mendiferensialkan persamaan tersebut terhadap t .

$$a_x = \frac{\partial u}{\partial t} = \left(\frac{2\pi^2 H}{T^2} \right) \frac{\cosh k(d+y)}{\sinh kd} \sin(kx - \sigma) \quad (2.24)$$

Dengan cara yang sama untuk percepatan dalam arah vertikal :

$$a_y = \frac{\partial v}{\partial t} = - \left(\frac{2\pi^2 H}{T^2} \right) \frac{\sinh k(d+y)}{\sinh kd} \cos(kx - \sigma) \quad (2.25)$$

Batasan Penggunaan Teori Gelombang

Dalam penggunaan teori gelombang yang dipakai dalam menyelesaikan masalah terdapat berbagai teori gelombang. Untuk menentukan dasar teori gelombang yang dipakai maka diperlukan perbandingan antara nilai H/d dengan nilai d/L , dari gambar 2.8 dapat kita lihat daerah penerapan teori gelombang.

Formulasi Gaya Gelombang

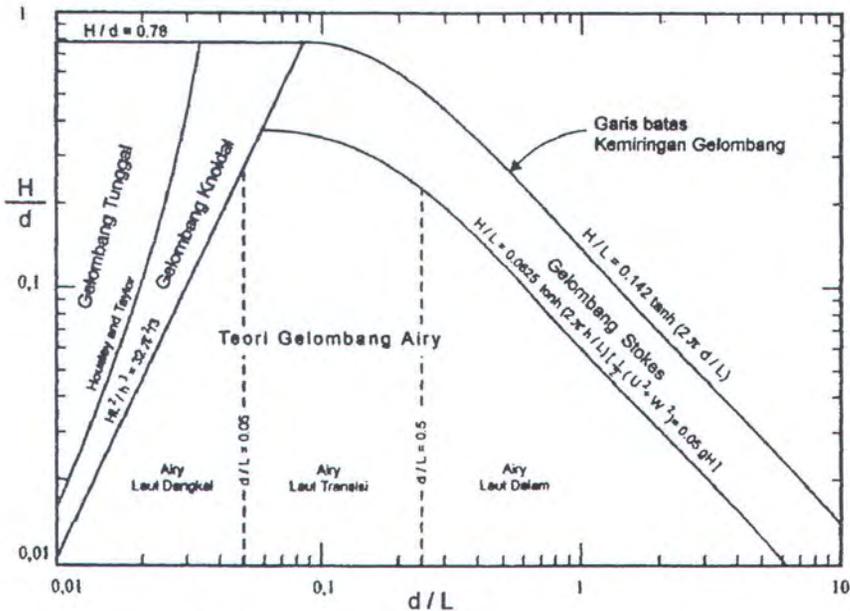
Pada dasarnya beban gelombang yang bekerja pada struktur dalam keadaan sesungguhnya di laut bebas berupa beban dinamis yang random, tetapi untuk menyederhanakan perhitungan maka gelombang laut sering ditinjau sebagai beban periodik.

Terdapat 2 kondisi yang digunakan untuk menghitung beban gelombang (Naess, 1987), yaitu :

- a. Kondisi sehari-hari (operating condition), mempunyai kecepatan angin 50 km/h dan kondisi sehari-hari dapat menyebabkan kelelahan pada bangunan apung

b. Kondisi terburuk (storm condition) kondisi ini mempunyai periode ratusan tahun dan mempunyai kecepatan angin 100 km/h.

Perhitungan beban gelombang pada bangunan lepas pantai bergantung pada hubungan amplitudo gelombang, panjang gelombang dan diameter dari struktur bangunan apung.



Gb 2.8 daerah penerapan teori gelombang fungsi H/d dan d/L

Gaya Inersia

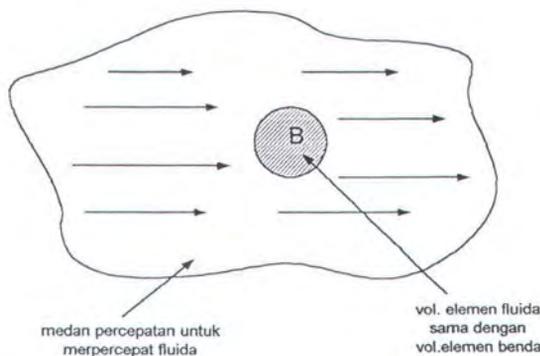
Gaya inersia yang adalah gaya yang disebabkan percepatan partikel air. Dengan kata lain gaya inersia adalah penjumlahan gaya froude-krylov

dengan masa tambah. Adapun persamaan gaya inersia adalah :

$$F_{\text{inersia}} = F_{\text{froude krylov}} + F_{\text{massa tambah}}$$

Gaya Froude Krylov

Jika didalam suatu fluida terdapat benda yang mengalami percepatan relatif antara benda dengan fluida maka akan timbul suatu gaya tambahan yang dialami oleh benda yang disebut gaya tekanan tak terusik (undisturb pressure force). Gaya inilah yang dikenal dengan gaya Froude Krylov. Gaya Froude Krylov proposional dengan percepatan fluida disekeliling bend. Tinjau suatu volume fluida yang bergerak dalam suatu percepatan.



Gb 2.9 Medan Percepatan Fluida (Sutomo,1999)

Untuk percepatan yang konstan terdapat medan gaya tekan per satuan volume yang diperlukan untuk menyebabkan percepatan pada fluida yang bersangkutan.

Medan gaya menimbulkan tekanan pada permukaan volume fluida B, dan menimbulkan gaya yang mempercepat fluida-fluida dalam elemen B sehingga elemen tersebut mempunyai percepatan yang sama dengan percepatan fluida disekelilingnya.

Menurut Froude Krylov jika percepatan fluida u disekeliling benda disebabkan oleh gaya gelombang maka gaya yang bekerja pada benda disebabkan oleh tekanan gelombang pada permukaan benda. Benda yang ditinjau adalah silinder tegak dengan jari-jari R dan r adalah massa jenis fluida yang dipindahkan.

Gaya Massa Tambah

Gaya massa tambah timbul bila terdapat percepatan relatif antara benda dengan fluida disekitarnya. Sedangkan gaya froude krylov timbul jika ada percepatan fluida. Gaya massa tambah persatuan panjang yang bekerja pada silinder :

$$da = \rho \pi r^n \frac{du}{dt}$$

$$da = Ca \pi r^n \bar{u} \quad (2.26)$$

dimana :

Ca = massa tambah silinder

Bila suatu benda dengan massa M bergerak didalam fluida yang bergerak dengan percepatan relatif terhadap benda, maka benda tersebut cenderung akan mempengaruhi gerakan fluida yang ada disekitarnya menuju nol.

Gaya Drag

Gaya drag adalah beban lingkungan akibat kecepatan partikel air. Gaya drag terhadap silinder tegak adalah:

$$Fd = \int_0^l \left(0.5 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \rho \times a \right) dy \quad (2.27)$$

dengan :

Fd : gaya drag

D : diameter silinder

ρ : massa jenis zat cair

a : percepatan zat cair arah horizontal

Gaya Gelombang Pada Silinder Tegak

Gaya yang bekerja pada silinder tegak di laut akibat percepatan partikel air dalam bentuk beban gelombang inersia (F_i) dan kecepatan partikel air dalam bentuk gaya drag (F_D). Untuk menentukan besarnya gaya gelombang pada silinder tegak dipergunakan persamaan Morrison (Soejono dan Sujantoko, 1999) :

$$F = F_D + F_i$$

$$F = \int_0^l \left[\frac{1}{2} C_D \rho D |u|u + \rho C_I \frac{\pi d^2}{4} a_x \right] dy \quad (2.28)$$

dimana :

F : gaya total yang bekerja pada silinder tegak

C_D : koefisien drag

C_I : koefisien inersia, $C_I = 1 + C_a$

C_a : koefisien massa tambah

D : diameter silinder

Perhitungan gaya yang bekerja pada silinder tersebut bekerja dengan asumsi-asumsi :

1. Refleksi dan defleksi gelombang diabaikan, untuk validitas ditentukan dengan perhitungan gaya gelombang. Sehingga diperlukan syarat $D < 0,2 \lambda$, dimana D adalah dimensi struktur pada sudut arah gelombang, dan λ adalah panjang gelombang.
2. interferensi diantara struktur member diabaikan, gaya yang bekerja adalah sempurna terhadap seluruh struktur dengan menambahkan terhadap seluruh elemen struktur.
3. pengaruh terpisah antara gaya froud-krylov, gaya inersia dan gaya drag, sekalipun dua gaya pertama adalah linier sedangkan drag tidak.

2.2.4 Arus

Arus selalu mempunyai profile kecepatan yang semakin berkurang secara perlahan terhadap kedalaman, khususnya pada arus akibat pasang surut yang timbul akibat penjalaran gelombang yang panjang.

Pada gelombang pasang surut pergerakan partikel airnya mendekati horizontal dan akan mengalami penurunan kecepatan terhadap kedalaman yang ditunjukkan dengan adanya faktor $\exp(kz)$, dimana :

- K : angka gelombang
- z : biasanya bernilai negatif

Untuk gelombang panjang harga k (angka gelombang) sangat kecil dengan penurunan kecepatan sangat lambat, sehingga arus dapat diharapkan akan berpengaruh terhadap keseluruhan panjang struktur yang tercelup. Demikian sebaliknya hal tersebut akan berlaku untuk gelombang dengan panjang gelombang yang lebih pendek.

Untuk menghitung beban arus terhadap struktur maka diperlukan persamaan:

$$dF_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA \quad (2.18)$$

$$dF_L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_L(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA \quad (2.19)$$

dengan :

- dF_D : gaya drag per satuan luas
- dF_L : gaya angkat per satuan luas
- C_D : koefisien drag merupakan fungsi sudut(α) antara arah normal dengan arah arus.
- C_L : koefisien angkat (*lift*) merupakan fungsi sudut(α) antara arah normal dengan arah arus.
- ρ : densitas air laut
- U : kecepatan arus
- α : sudut antara arah normal dengan sudut datang (arus)
- dA : luas bidang yang ditinjau.

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan ketidakefektifan arus sebagai beban lingkungan pada bangunan lepas pantai :

1. Fleksibilitas dari Struktur

Bias menyebabkan coupling yang terjadi antara frekuensi vortex shedding dan getaran dari struktur

2. Kekasaran Permukaan Struktur

Disebabkan oleh adanya organisme yang tumbuh dan menempel pada struktur



3. Jarak antar Struktur

Menimbulkan reaksi resonansi yang terjadi apabila ulean struktur mengenai struktur yang lain

4. Dimensi Struktur

Selain pengaruh dari Reynold Number, rasio dari diameter terhadap panjang struktur akan berpengaruh terhadap efek permukaan air, arus terhadap struktur vertical dan arus yang menimbulkan koefisien drag konvensional pada struktur.

Gaya Arus Terhadap Jaring

Gaya drag pada jaring tiap satuan luas yang didefinisikan sebagai gaya yang searah dengan arah arus. Sedangkan untuk gaya angkat (*lift forces*) didefinisikan sebagai gaya normal terhadap arah arus. Besarnya gaya drag dan gaya angkat (*lift forces*) dapat dituliskan sebagai berikut (beveridge, 1996):

$$dF_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA \quad (2.20)$$

$$dF_L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_L(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA \quad (2.21)$$

dengan :

dF_D : gaya drag per satuan luas

dF_L : gaya angkat per satuan luas

C_D : koefisien drag merupakan fungsi sudut (α) antara arah normal dengan arah arus.

C_L : koefisien angkat (*lift*) merupakan fungsi sudut (α) antara arah normal dengan arah arus.

ρ : densitas air laut

U : kecepatan arus

α : sudut antara arah normal dengan sudut datang (arus)

dA : luas jaring yang ditinjau.

Koefisien drag (C_D) adalah fungsi *solidity ratio* (S_n), angka *Reynolds* (Re), dan sudut antara arah normal dengan sudut datang arus. *Solidity ratio* (S_n) adalah ratio antara luas daerah yang tertutup jaring dengan total luas jaring yang dipakai.

$$S_n = 2.0 \cdot \frac{t}{D_t} \quad (2.22)$$

dimana :

t : diameter jaring

D_t : ukuran jaring (mesh) (gambar 2.10)

Sedangkan angka reynold dapat ditentukan dengan rumus:

$$R_e = U \cdot \frac{D_t}{V} \quad (2.23)$$

dimana :

V : kinematik viscosity

Untuk menentukan kombinasi antara S_n dan R_e adalah melalui eksperimen. C_d dapat ditentukan secara eksperimental, sedangkan menggunakan prinsip pendekatan nilai C_d dapat ditentukan dengan rumus:

- untuk material bersimpul

$$C_d = 1 + 3.77 \left(\frac{d}{a} \right) + 9.37 \left(\frac{d}{a} \right)^2 \quad (2.24)$$

- untuk material tak bersimpul

$$C_d = 1 + 2.73 \left(\frac{d}{a} \right) + 3.12 \left(\frac{d}{a} \right)^2 \quad (2.25)$$

dengan :

d : diameter tali jaring

a : diameter jaring

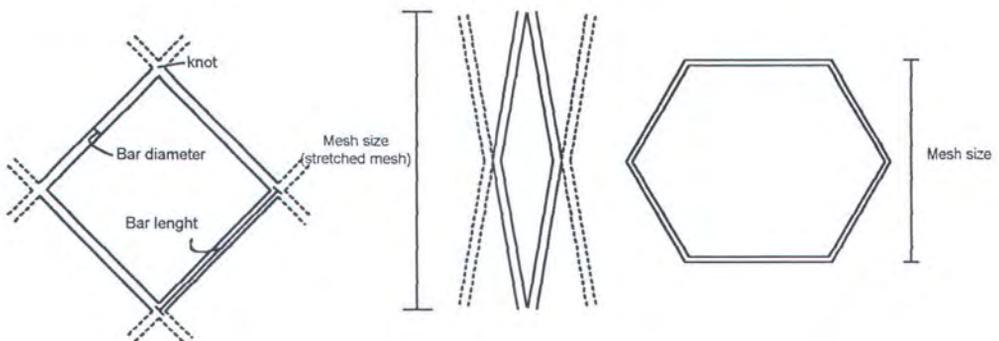
untuk gaya drag total bagi seluruh permukaan jarring adalah merupakan integral persamaan (2.18) terhadap luasan jarring secara keseluruhan. Adapun rumusannya adalah ;

$$F_D = \int_A \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA \quad (2.26)$$

dengan :

dA : luasan jaring yang ditinjau.

Persamaan diatas dapat di hitung sebagai drag force apabila luasan adalah rigid. Adapun perhitungan gaya Drag terhadap jaring besarnya berkisar antara 0.9 - 1.2 dari gaya drag hasil perhitungan.



Gb. 2.10 Terminologi Net dan Mesh (Beveridge, 1996)

2.2.5 Stabilitas

Struktur yang tenggelam mengalami beban hidrodinamika yang terkombinasi. Untuk menghitung stabilitas dari struktur tenggelam akibat gaya-gaya yang terjadi, dapat dilihat pada gambar 2.11. Gaya-gaya yang mempengaruhi stabilitas benda tenggelam adalah :

- berat struktur
- kombinasi gaya drag
- kombinasi gaya lift
- gaya inersia
- gaya gesek antara dasar struktur dengan dasar laut.

Pada struktur tenggelam gaya-gaya yang bekerja harus memenuhi persamaan dibawah, agar struktur tersebut stabil. Persamaan tersebut adalah :

$$\diamond \text{ horisontal(x): } F_D + F_I - F_r - W \sin \theta = 0 \quad (2.27)$$

$$\diamond \text{ vertikal (y) : } N + F_L - W \cos \theta = 0 \quad (2.28)$$

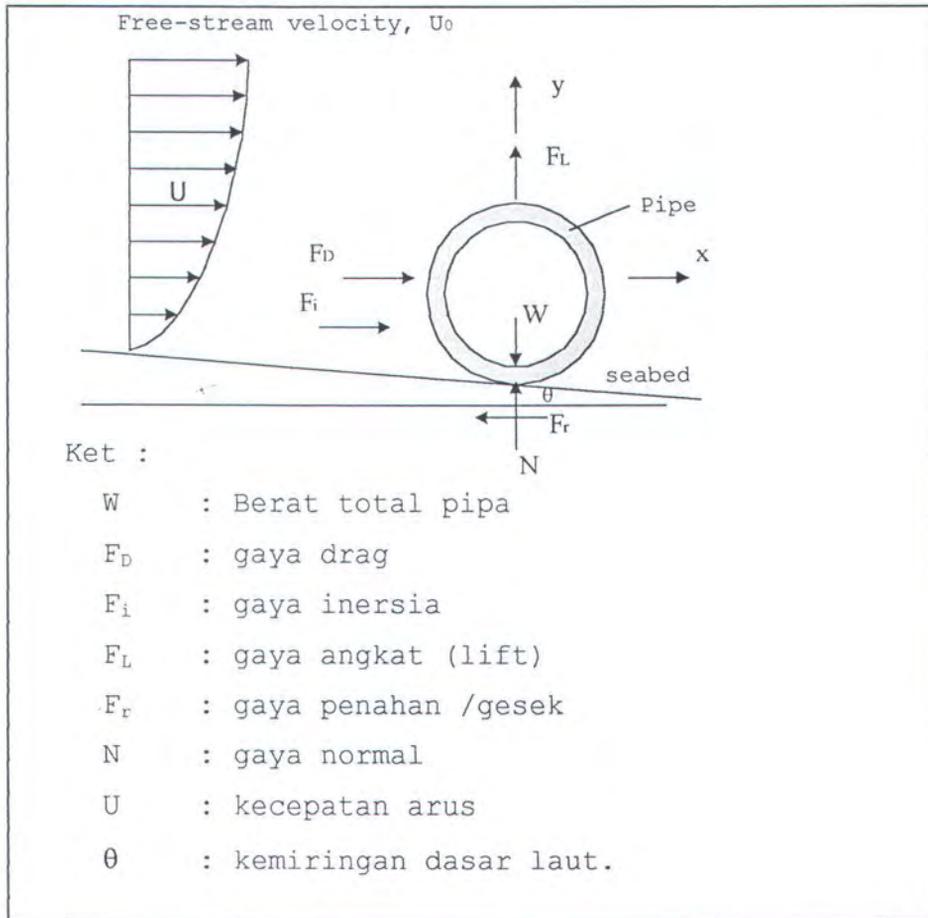
Struktur tenggelam mengalami gaya penahan (F_r) yang bekerja berlawanan arah dengan gaya horisontal, dan memiliki gaya normal (N) yang

bekerja tegak lurus dengan permukaan dasar laut. Hubungan antara gaya penahan dengan gaya normal adalah :

$$F_R = \mu N \quad (2.29)$$

dengan :

μ : koefisien gesek antara struktur dengan permukaan dasar laut.



Gb. 2.11 gaya-gaya hidrodinamis pada pipa

(Mousselli,1981)

Dengan mengkombinasikan persamaan (2.27) dan (2.28) dengan menggunakan persamaan (2.29) maka didapat :

$$F_D + F_I + \mu(F_L - W \cos \theta) = W \sin \theta \quad (2.30)$$

Untuk menentukan berat minimum sebagai stabilitas struktur adalah dengan mengdeterminasi persamaan (2.30) sehingga menjadi,

$$W = \frac{F_D + F_I + \mu F_L}{\mu \cos \theta + \sin \theta} \quad (2.31)$$

untuk dasar laut yang datar ($\theta = 0$), maka persamaan (2.31) menjadi:

$$W = F_L + \frac{1}{\mu} (F_D + F_I) \quad (2.32)$$

Untuk gaya drag dan gaya inersia pada struktur yang berbentuk pipa dapat dihitung dengan persamaan Morrison. Persamaan-persamaan tersebut adalah:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_D D U^2 \quad (2.33)$$

$$F_I = \rho C_M \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \left(\frac{du}{dt} \right) \quad (2.34)$$

dengan :

F_D : gaya drag per satuan panjang

F_I : gaya inersia per satuan panjang

ρ : densitas air laut

D : diameter pipa

U : kecepatan arus

C_D : coefisien drag

C_M : coefisien inersia atau massa

Perhitungan gaya angkat (lift) untuk pipa dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_L D U^2 \quad (2.35)$$

dengan:

C_L : coefisien lift

Dari beberapa persamaan diatas kesulitan utama dalam menghitung gaya drag, gaya angkat dan gaya inersia adalah menentukan besarnya coefisien yang diperlukan. Besarnya coefisien yang diperlukan untuk coefisien drag (C_D) adalah tergantung pada

angka Reynolds dan kekasaran pipa. Angka Reynolds dapat diuraikan dalam persamaan :

$$R_e = \frac{U D}{\nu} \quad (2.36)$$

dengan :

ν : kecepatan kinematik zat cair ($1,0 \times 10^{-5}$ ft²/sec untuk air laut)

Sedangkan coefisie kekasaran (k) pipa diuraikan dalam persamaan :

$$k = \frac{e}{D}, \text{ in./in.}$$

dengan :

e : ketinggian kekasaran permukaan

Koefisien drag adalah merupakan fungsi dari angka Reynolds. Besarnya koefisien juga bisa ditentukan berdasarkan percobaan-percobaan yang dilakukan di laboratorium. Besarnya coefisie drag berkisar antara 0,6 - 2,0, tergantung pada besarnya angka Reynolds.

Perhitungan coefisien lift juga tergantung pada angka Reynolds dan kekasaran permukaan, untuk

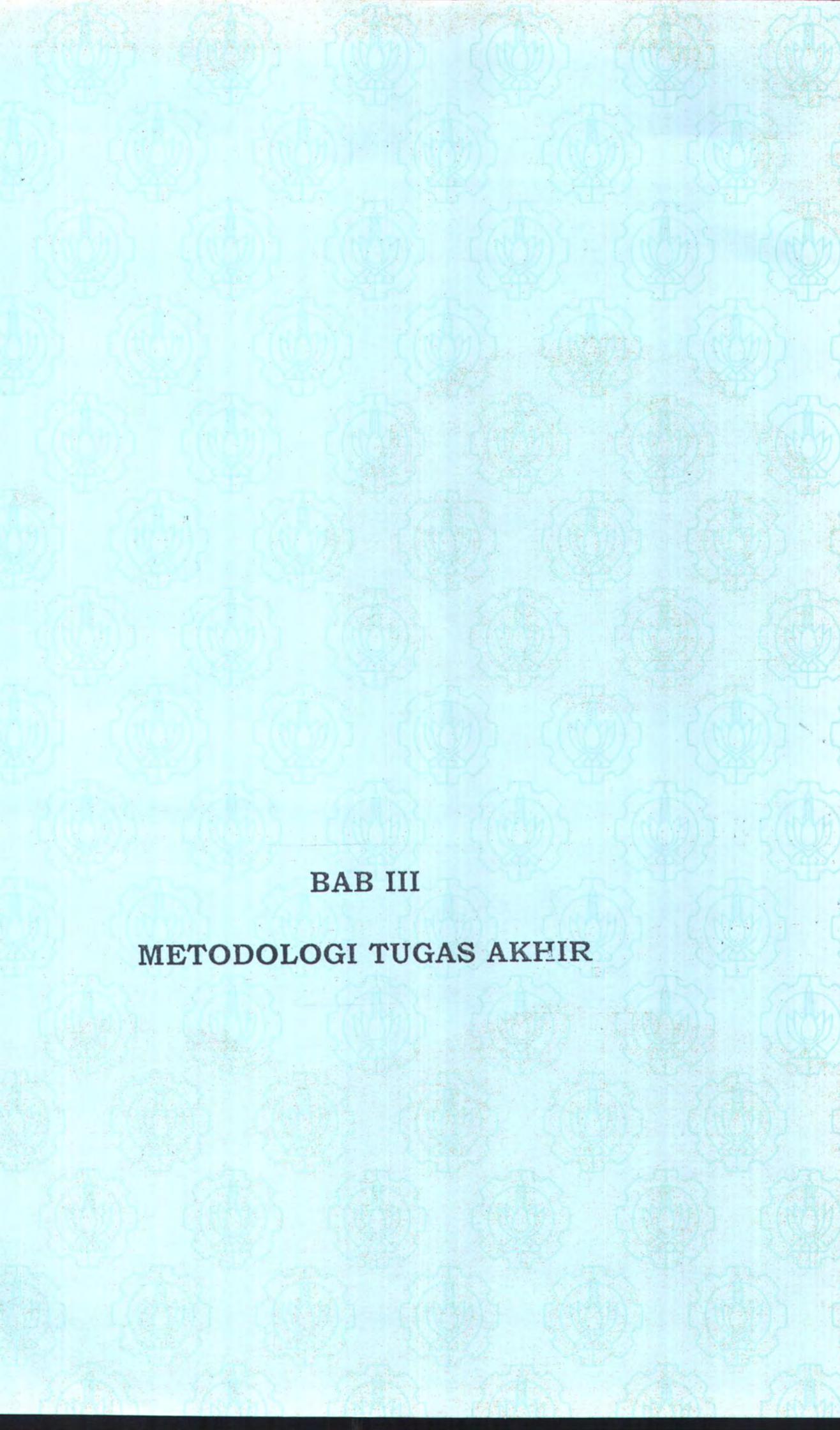
aliran steady. Besarnya coefisien lift dapat dilihat pada gambar 2.6

Seperti halnya coefisien yang lain, coefisie inersia juga tergantung pada angka Reynolds. Besarnya coefisie inersia berkisar 1,5 - 2,5.

Dari hasil percobaan pengaruh angka Reynolds terhadap coefisien drag, cofisien lift, coefisien inersia, dari hasil perhitungan dapat disimpulkan dalam tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Coefisien-coefisien berdasarkan besarnya angka Reynolds untuk pipa (Mousselli,1981)

R_e	C_D	C_l	C_M
$R_e < 5,0 \times 10^4$	1.3	1.5	2.0
$5.0 \times 10^4 < R_e < 1.0 \times 10^5$	1.2	1.0	2.0
$1.0 \times 10^5 < R_e < 2.5 \times 10^5$	$1.53 - \frac{R_e}{3 \times 10^5}$	$1.2 - \frac{R_e}{5 \times 10^5}$	2.0
$2.5 \times 10^5 < R_e < 5.0 \times 10^5$	0.7	0.7	$2.5 - \frac{R_e}{5 \times 10^5}$
$5.0 \times 10^5 < R_e$	0.7	0.7	1.5



BAB III
METODOLOGI TUGAS AKHIR

BAB III

METODOLOGI TUGAS AKHIR

Dalam penyelesaian tugas akhir ini akan dilakukan beberapa langkah antara lain :

1. Studi Literatur, adalah untuk mendapatkan informasi-informasi sebagai pembanding serta sebagai acuan awal dalam menentukan model yang paling pas, serta sarana dan prasarana yang terbaik. Adapun hal-hal yang akan dicari adalah:

- Informasi mengenai jenis ikan yang dipilih, mengenai sifat, ukuran, makanan, habitat, serta predatornya.
- Model-model offshore fish farming yang pernah dibuat ataupun yang direncanakan. Dalam hal ini didapatkan informasi mengenai karakteristik tiap model dan fungsinya (jenis ikan yang dipelihara).
- Sarana dan prasarana yang dibutuhkan pada offshore fish farming yang disesuaikan dengan jenis ikan dan letak dari offshore fish farming tersebut.

2. Survey lapangan, adalah untuk menentukan data-data langsung dilapangan yang akan dibandingkan dengan data-data awal dari studi literatur. Survey lapangan akan dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai :

- Operasional pemeliharaan ikan yang dilakukan, hal ini berkaitan dengan sarana dan prasarana yang dipakai serta metode-metode yang diperlukan.
- Model-model yang dipakai baik itu yang masih bersifat konvensional maupun model-model yang non-konvensional, yang juga akan berkaitan dengan sarana dan prasarananya.

3. Perencanaan model, dari hasil perbandingan antara tiga model yang ada serta hasil survey lapangan direncanakan suatu model yang sesuai dengan jenis ikannya. Pertimbangan yang dipergunakan dalam menentukan model baru tersebut terutama adalah

- Bentuk struktur, hal ini sangat berhubungan dengan letak struktur tersebut akan di pakai, beban yang diterima.

- jenis ikan yang dipelihara dalam keramba tersebut. Dalam hal ini dipilih ikan-ikan dasar yang mempunyai karakteristik dan sifat yang berbeda dari ikan permukaan pada umumnya. Tingkat kematian yang tinggi juga menjadi pertimbangan atas pemodelan struktur ini.
- Bahan yang dipakai. Bahan yang dipakai harus dipertimbangkan juga dalam hal ini adalah mengenai segi ekonomis dan kekuatannya.

4. Analisa, dalam menentukan model yang diperlukan kita harus menganalisa hal-hal yang akan berhubungan langsung dengan jenis ikan yang dipilih serta kondisi lingkungan yang ada. Analisa ini dilakukan pada model hasil rencana terhadap :

- Beban hidrodinamis, hal ini tergantung pada kondisi perairan tempat offshore fish farming ini ditempatkan. Beban hidrodinamis yang diperhitungkan adalah arus dan gelombang.

- Beban struktural yang dalam hal ini adalah beban struktur dan kekuatan strukturnya. Beban struktural ini penekanannya adalah pada respon struktur terhadap beban hidrodinamis. Analisa dari respon yang diterima digunakan program GT Strudl 25.

5. Penentuan model yang dibutuhkan, berdasarkan hasil analisa. Penentuan model ini adalah sebagai putusan final dalam penentuan model dengan pertimbangan hasil analisa yang dilakukan terhadap pertimbangan-pertimbangan dan batasan-batasan yang dipakai.
6. Penyusunan laporan Tugas Akhir, adapun susunan dan isi dari laporan tugas akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang dalam pengambilan judul TA serta permasalahan yang akan dibahas dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Salain itu bab ini berisi tentang tujuan dan batasan-batasan yang dipakai dalam menyelesaikan tugas ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini terdiri atas dua bagian yaitu tinjauan pustaka, yang berisi tentang penelitian dan tulisan tentang hal-hal yang berhubungan dengan tugas akhir ini dengan tujuan sebagai pembanding dan informasi awal.

Bagian lainnya adalah dasar teori, bagian ini adalah berisi tentang teori-teori yang dipakai sebagai landasan dalam mengerjakan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR

Metodologi tugas akhir adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Metodologi ini dipakai sebagai acuan dalam mengerjakan serta sebagai kerangka pola pikir dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB IV PENENTUAN MODEL

Dalam bab ini tentang penentuan bentuk struktur yang bisa dipakai (3 model) sebagai perbandingan. Model-model ini akan dibandingkan keunggulan serta kekurangannya, dan akan dijadikan sebagai landasan pemilihan model yang terbaik.

Sarana dan pra-sarana yang dibutuhkan juga akan ditentukan dan dibahas dalam bab ini. Dibahas juga tentang penentuan bahan yang akan dipakai untuk bahan utama dari keramba yang dirancang.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa yang dilakukan dalam bab ini adalah analisa ekonomis dan tentang beban-beban yang diterima model di perairan yang sesungguhnya serta analisa tentang respon dari model itu sendiri.

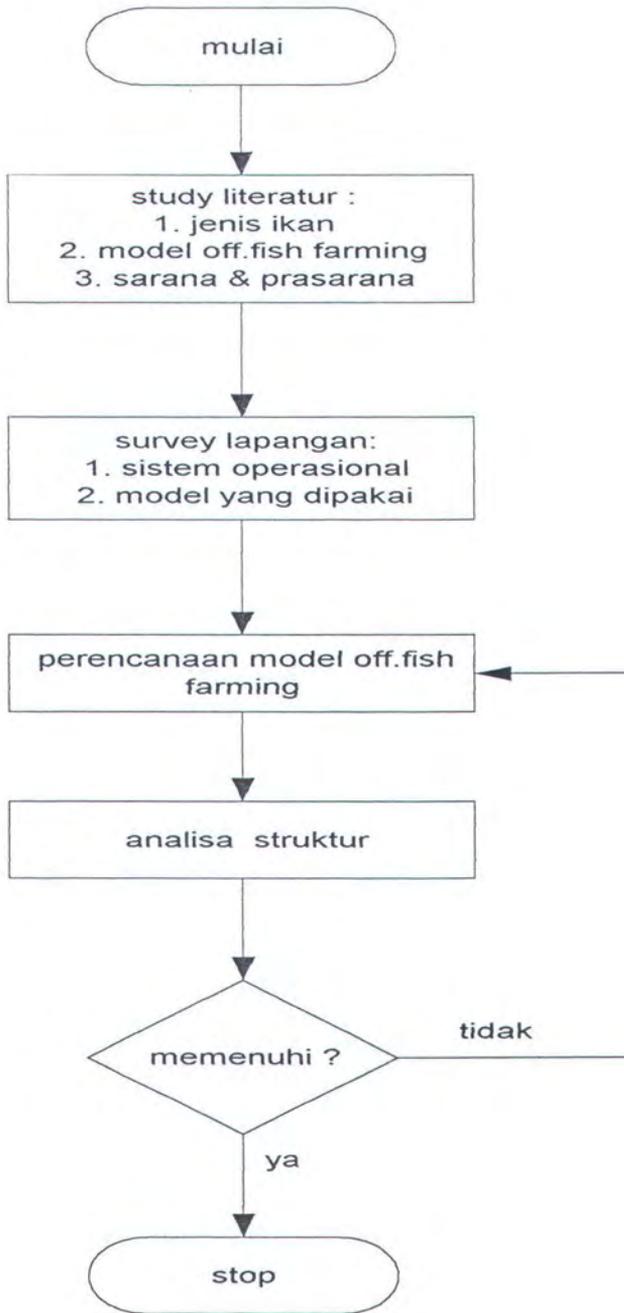
Secara struktural analisa ini dipakai sebagai prasyarat diterima tidaknya struktur tersebut.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil dari pengerjaan tugas akhir ini. Kesimpulan ini harus dapat disesuaikan dengan tujuan dan permasalahan yang ditentukan terlebih dahulu.

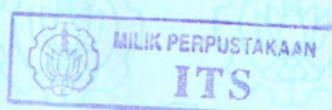
DAFTAR PUSTAKA

Susunan kepustakaan yang dipakai sebagai landasan dalam mengerjakan tugas akhir ini.



Gb. 3.1 Flowchart Metodologi penyelesaian

BAB IV
PENENTUAN MODEL



BAB IV

PENENTUAN MODEL

Penentuan model untuk offshore fish farming dilakukan berdasarkan pada kondisi perikanan di Indonesia. Kondisi perikanan tersebut adalah berbagai kondisi yang di tinjau dari berbagai sudut pandang dan pertimbangan-pertimbangan terhadap kesinambungan penggunaan model tersebut.

Pertimbangan-pertimbangan atas kondisi tersebut dipergunakan karena offshore fish farming memiliki banyak sekali model dan kegunaan untuk berbagai kedalaman tergantung pada orientasi serta kebutuhannya. Adapun pertimbangan yang diambil dalam penentuan model adalah:

- Kondisi ekonomi masyarakat pesisir utara laut jawa
- Kondisi lingkungan pesisir laut jawa
- Ikan kerapu sebagai ikan yang akan dikembangkan, dimana ikan kerapu hidup didaerah dasar laut (karang).

Penentuan model ini terbagi atas dua bagian penentuan yaitu penentuan bentuk dan penentuan bahan struktur.

Untuk penentuan bentuk strukturnya, bentuk yang jadi pertimbangan adalah bentuk terapung dan bentuk tenggelam yang bisa dibuat oleh masyarakat awam dan dengan biaya yang tidak terlalu mahal. Penentuan bentuk yang akan dipakai tidak terlepas dari sifat ikan Kerapu yang akan dibudidayakan.

Untuk penentuan bahan struktur, bahan yang akan dipertimbangkan adalah bambu, kayu, besi, dan pipa paralon. Penggunaan ke-empat bahan tersebut adalah berdasarkan pada saat ini untuk pembuatan keramba adalah menggunakan bahan tersebut. Selain hal tersebut diatas bahan-bahan tersebut juga tidak terlalu sulit didapatkan di daerah indonesia kecuali bahan-bahan yang mempunyai dimensi khusus misalkan pipa baja dan paralon yang diluar ukuran standart pasar. Pertimbangan yang paling besar dipakai adalah pertimbangan ekonomis dalam menentukan bahan yang akan dipakai. Selain pertimbangan-pertimbangan diatas hasil analisa bentuk struktur juga menjadi

pertimbangan terhadap penentuan model yang kan dipakai.

4.1 Penentuan Model

4.1.1. Keramba model apung

Keramba yang sedang berkembang dan di pakai di industri perikanan Indonesia adalah salah satu penerapan offshore fish farming yang mengapung. Dari jenis ini dapat kita kembangkan berbagai jenis pembudidayaan ikan mahal dan memiliki prospek yang bagus di pasar dunia.

Keramba ini adalaah paling sederhana dibanding dengan keramba apung jenis lainya yang menggunakan tong sebagai pelampung, karena struktur keramba ini tersusun atas kerangka utama dan menggunakan rakit pembantu sebagai pengapung.

Jaring yang dipakai berbentuk kotak/kubus yang pada ujung bawahnya di ikatkan pada kerangka utama yang pada ujungnya terdapat cincin sebagai tempat melaluinya tali sebagai pengikat jaring agar tidak terbawa arus. Adapun kelebihan dari keramba ini adalah:

1. untuk memelihara jenis ikan yang biasa hidup di daerah pantai dan daerah permukaan.
2. dalam pengawasan struktur ini lebih baik karena bisa dibangun tempat / gubuk untuk tempat pengawas.
3. pengontrolan terhadap ikan dapat dilakukan setiap saat sesuai kebutuhan.
4. proses memberi makan lebih baik dan menyebar tergantung pada selera petani.

Selain kelebihan yang dimiliki struktur ini juga terdapat berbagai kelemahan yang sangat mengganggu yang dapat menghambat perkembangan dan pertumbuhan dari ikan yang terdapat didalam keramba itu sendiri adapun kelemahan dan kekurangannya adalah :

1. Mengambang dalam hal ini kurang cocok untuk ikan-ikan dasar (karang).
2. Lalu lintas pelayaran disekitar keramba ini dapat mengganggu perkembangan ikan.
3. Pencemaran air laut oleh aktivitas disekitarnya sangat mengganggu dan membunuh ikan yang ada di dalam keramba. Terutama minyak dari sisa bahan bakar kapal yang ada di sekitar keramba.

4. Salinitas untuk ikan-ikan tertentu menjadi syarat mutlak agar dapat berkembang dengan baik, untuk daerah pantai salinitas bisa berubah sewaktu-waktu tergantung debit air tawar yang masuk (debit sungai).
5. Sampah yang terbuang ke pantai dapat mengganggu kondisi ikan karena ikan harus berkumpul dengan sampah yang sebagian besar sampah adalah mengambang di permukaan air laut.
6. Ombak juga dapat mengganggu pertumbuhan ikan karena ombak dapat membuat stress ikan didalam keramba sehingga tidak mau makan yang mengakibatkan ikan bisa mati.
7. Terpengaruhi oleh kondisi pasang surut pantai tempat budidaya ikan tersebut. Kondisi pasut di usahakan tidak lebih dari 1 meter.

Kekurangan-kekurangan ini dapat mempengaruhi kondisi perikanan dan hasil yang akan di panen dari keramba itu. Pembuatan model baru untuk mengurangi dan mengeleminir kelemahan dan meningkatkan produksi dari pembudidayaan ikan tersebut sangat di butuhkan. Alternatif

penggunaan keramba jenis lain yang dapat memenuhi kebutuhan dan menutupi kelemahan itu yaitu : Keramba tenggelam (*submerged offshore fish farming*).

4.1.2 Keramba Tenggelam (*submerged offshore fish farming*)

Keramba tenggelam adalah salah satu alternatif yang bisa dipakai untuk membudidayakan ikan terutama untuk ikan-ikan dasar yang membutuhkan kondisi yang sesuai dengan kondisi di tempat ikan hidup di alam bebas. Pada dasarnya keramba tenggelam adalah kotak jaring yang ditenggelamkan dan diikatkan pada kerangka yang di buat tenggelam (*submerged*) pada dasar laut.

Perbedaan mendasar dari jenis keramba apung adalah peletakan jaringnya, namun hal tersebut dapat membawa dampak yang sangat besar terhadap pertumbuhan ikan yang di budidayakan.

Adapun berbagai kelebihan keramba tenggelam adalah :

1. jaringnya tenggelam, hal ini sangat terkait dengan tempat hidup ikan yang sebenarnya,

terutama untuk ikan-ikan dasar (mis: Kerapu, lobster, dll)

2. kondisi permukaan laut tidak terlalu mempengaruhi kondisi ikan yang dibudidayakan. Kondisi permukaan laut tersebut antara lain :

- ombak, di dasar perairan tidak terganggu oleh ombak yang sangat merugikan dan mengganggu pertumbuhan ikan. Ikan akan stress dan tidak mau makan sehingga ikan akan kurus dan dapat menyebabkan kematian.
- Salinitasi, pada dasar perairan salinitasi cenderung stabil sehingga cocok untuk ikan yang peka terhadap perubahan kadar garam dalam air tersebut.
- Pasang surut, kondisi pasang surut tidak terlalu berpengaruh karena berapapun tinggi pasang surut yang terjadi tidak akan banyak mempengaruhi kondisi air laut tersebut.

3. tidak terganggu oleh kondisi lalu lintas dipermukaan.

Kekurangan keramba jenis ini adalah dalam proses pembuatan dan pemasangan yang akan sedikit rumit.

4.1.3 Keramba Melayang (submersible)

Keramba melayang diperkenalkan oleh petani Jerman. Posisi keramba ini dalam air adalah melayang terhadap dasar laut. Keramba diikatkan pada pelampung dengan tali dan digunakan tali sebagai pengikat agar keramba ini tidak bergerak terbawa arus.

Seperti halnya keramba yang lain keramba jenis ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan yang dimiliki oleh keramba ini adalah lebih simple karena petani tidak perlu membuat kerangka keramba seperti halnya keramba mengapung dan keramba tenggelam, keramba ini hanya memerlukan bagan jaring dan pemberat (jangkar). Selain itu keramba ini cocok untuk perairan yang tenang dan memiliki kedalaman yang cukup.

Kelemahan mendasar untuk keramba jenis ini adalah keramba melayang memiliki pergerakan yang bebas sehingga akan selalu bergerak mengikuti arah arus dan gelombang. Selain itu untuk kedalaman laut lima meter, keramba ini tidak terlalu baik karena masih dipengaruhi oleh kegiatan dan kondisi permukaan yang sangat merugikan terutama bagi ikan

kerapu. Ikan bisa stress dan memperlambat pertumbuhan ikan dan pada akhirnya akan mengakibatkan kematian ikan.

4.2 Penentuan Bahan

Dalam penentuan bahan konstruksi selain pertimbangan kondisional, juga dipertimbangkan hal teknis, adapun syarat yang harus dipenuhi adalah:

- Kuat
- Ringan
- Tahan lama, tahan karat, dan cuaca
- Mudah dikerjakan dan diperbaiki
- Tidak dipengaruhi gaya drag
- Permukaan halus dan tidak merusak sisik ikan, dan
- Ekonomis

4.2.1 Kayu

Penggunaan bahan kayu sebagai kerangka keramba telah bannyak dipakai. Pengunaan kayu ini dipakai untuk keramba jenis mengapung. Penggunaan kayu sebagai bahan dasar kerangka keramba dapat dibedakan dalam dua jenis kayu yaitu kayu keras (hardwood) dan kayu lunak (softwood).

Untuk daerah pesisir pantai, kayu yang dapat dipakai sebagai bahan adalah kayu bakau ataupun kayu kelapa. Selain kayu-kayu banyak jenis kayu lain yang dapat dipakai yang banyak dipakai, baik itu jenis lunak maupun keras.

Kayu memiliki kekuatan yang cukup baik untuk dijadikan bahan konstruksi selain harganya murah juga memiliki daya tahan yang cukup lama yaitu sekitar 4 tahun untuk kayu keras dan 2-3 tahun untuk kayu lunak. Kekurangan kayu adalah kekuatan tariknya kurang begitu bagus, sehingga untuk daerah yang memiliki beban lingkungan yang besar kayu kurang bagus dipakai.

Bahan kayu yang memiliki harga yang lumayan tinggi dipasaran dan keterbatasan jenis kayu yang dapat dipakai sehingga kayu dipakai oleh pembudidayaan berskala sedang keatas. Sedangkan untuk pengusaha berskala kecil akan lebih memilih penggunaan bahan yang jauh lebih murah sebagai bahan konstruksi mereka.

4.2.2 Pipa Baja

Penggunaan baja sebagai bahan konstruksi lebih banyak dipakai pada pembudidayaan ikan berskala besar. Penggunaan baja sebagai bahan konstruksi adalah mempunyai orientasi berusaha jauh kedepan karena bahan ini memiliki kelebihan dalam umur penggunaan yaitu bisa mencapai 10-12 tahun.

Penggunaan baja sebagai konstruksi bangunan banyak dipakai di negara industri perikanan yang kuat (mis. Norwegia, jepang, dll). Penggunaan baja ini adalah untuk struktur mengambang dan melayang (submersible), sedangkan untuk struktur tenggelam banyak dipakai bahan yang murah karena struktur fixed hanya untuk daerah dangkal.

Pipa baja dipakai memiliki keunggulan yang lain selain kekuatannya. Untuk bangunan semi-submersible pipa baja bisa dipakai sebagai tempat air balast untuk menenggelamkan struktur, sehingga struktur dapat di naik-turunkan sesuai dengan kebutuhan.

Besarnya biaya pembuatan struktur yang menggunakan bahan baja mengakibatkan struktur ini hanya

dibangun oleh pengusaha perikanan yang memiliki modal besar. Selain mahal teknologi yang dipakai oleh struktur ini juga sangat modern dan mahal.

4.2.3 Pipa PVC (paralon)

Penggunaan pipa paralon sebagai bahan konstruksi belum banyak dipergunakan bahkan sangat jarang dipergunakan. Bahan ini memiliki kelebihan dari pada bahan lain, yaitu ringan dan kuat. Penggunaan pipa paralon sebagai bahan konstruksi keramba kurang diminati karena bahan ini sangat sulit ditemukan di pasaran, karena dipasaran pipa paralon yang ada hanyalah untuk kebutuhan rumah tangga sedangkan untuk kebutuhan industri sangat sulit didapatkan.

Sebagai bahan konstruksi, pipa paralon harus memiliki persyaratan yang tepat misalkan mengenai kekuatan dan daya tahan terhadap cuaca. pipa paralon dengan persyaratan khusus seperti diatas memiliki harga yang cukup tinggi sehingga untuk perekonomian masyarakat rendah pipa paralon kurang diminati.

4.2.4 Bambu

Bambu biasa dipakai sebagai bahan untuk membuat keramba baik keramba apung maupun keramba yang ditancapkan (biasanya untuk air tawar). Bambu banyak didapatkan di daerah tropis, subtropis, dan daerah yang bertemperatur sedang dan sering dijumpai di daerah asia tenggara, china, india, dan daerah pasifik. Bambu merupakan tumbuhan berongga pada batangnya dan hidup berumpun. Pertumbuhan bambu sangat cepat batang bambu dapat tumbuh sampai 15 meter dalam 2-3 tahun. Bambu memiliki sekitar seribu spesies namun yang dapat dipakai untuk konstruksi adalah sekitar 20 - 30 spesies saja.

Anatomi bambu dapat dilihat pada gambar 2.7 dan properti bambu dapat dilihat dalam tabel 2.1 dibandingkan dengan material lain. Bambu memiliki ketahanan terhadap beban tekan dan tarik lebih baik dibanding kayu, namun bambu sangat lemah untuk beban puntir. Properti bambu bervariasi tergantung jenisnya, kelembaban, dan umur. Bambu yang sudah berumur 3 - 5 tahun memiliki mekanikal properti yang terbaik, dan kelembaban yang rendah (12 %) lebih tahan untuk gaya tekan dibanding yang

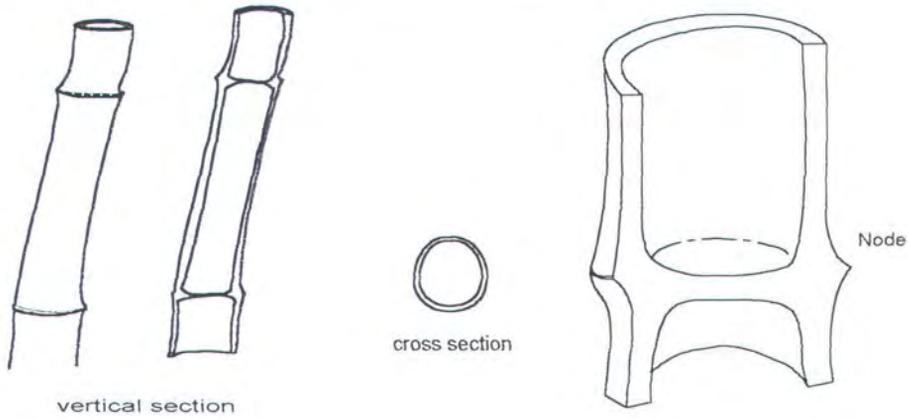
memiliki kelembaban tinggi hal ini juga dipengaruhi oleh musim. Posisi pada batang juga menentukan, bagian bawah batang lebih kuat terhadap beban tarik dan tekan dibanding dengan bagian atas.

Kelemahan bambu yang paling menonjol untuk digunakan sebagai bahan konstruksi adalah ketahanan bambu. Bambu dapat dipergunakan selama 18 - 24 bulan.

Tabel 4.1 Properti mekanik dari berbagai material konstruksi (Beveridge, 1996)

	bambu	softwood	hardwood	concret	HDPM*	steel
Density (kg m ⁻³)	600-800	450-650	400-750	2400	-	7800
Ultimate tensile strength (N mm ⁻²)	200-300	-	20 - 110	4	-	270-700
E-value (tensile strength) (N mm ⁻²)	17400-10300	5000-9000	8000-18000	25000-35000	900	210000
E-value (bending strength) (N mm ⁻²)	20500	-	-	-	-	-

* VESTOLEN A5041 R (high density polyethylene)



Gb. 4.1 Gambar Anatomi Bambu

4.3 Sarana dan pra-sarana Kerambah Terapung

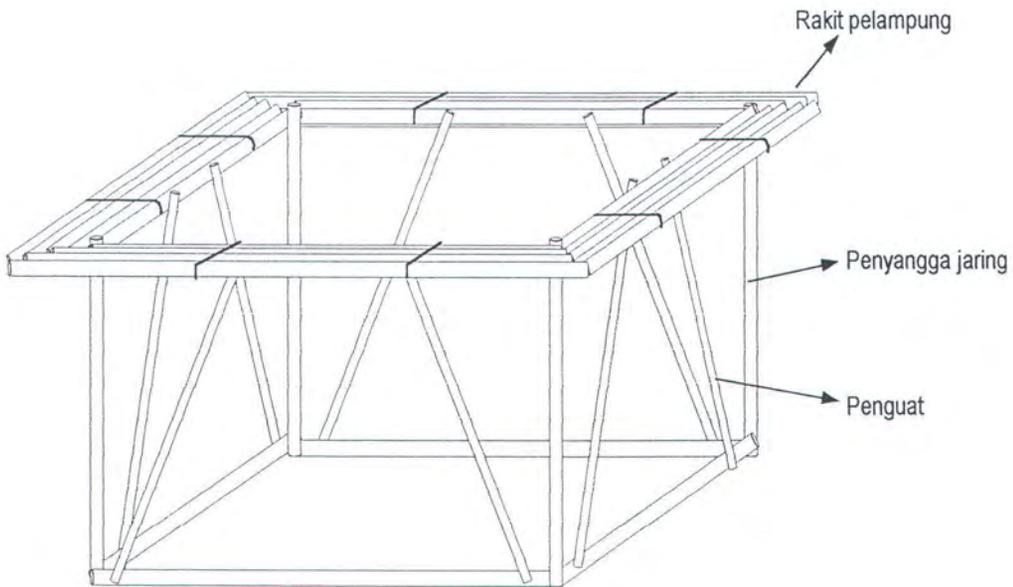
Struktur keramba ini adalah semua terbuat dari bambu, dengan kata lain bahwa keramba ini daya apungnya adalah mengandalkan bouyansi dari bambu itu sendiri sehingga daya apung sangat tergantung pada volume bambu (keseluruhan).

Untuk daya apung yang lebih besar maka diperlukan bantuan tong-tong dari plastik/besi. Hal ini untuk menanggulangi pembebanan yang lebih terutama pada saat panen.

4.3.1 Struktur utama

Struktur ini terdiri dari bambu/kayu yang disusun berbentuk kotak. Pada bagian atas keramba ini

disusun sebagaimana menyusun rakit (gb.4.2). Struktur ini di tambat dengan menggunakan tali yang di beri beton (pemberat) sehingga keramba tidak terbawa arus. Tali tambat terdapat pada keempat sudut kerambah (gb.4.3).



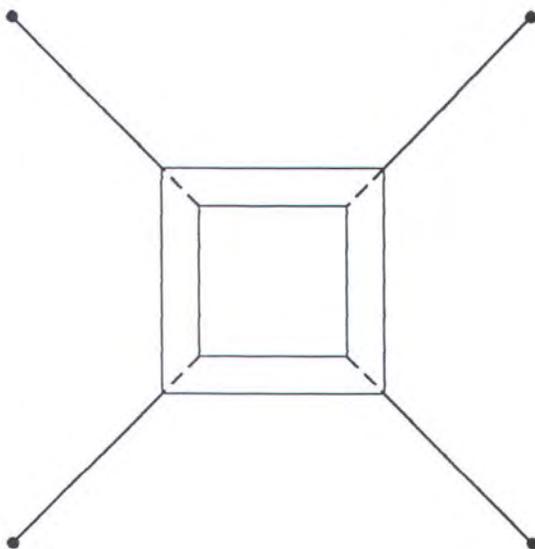
Gb.4.2 Kerangka utama keramba apung

4.3.2 Jaring

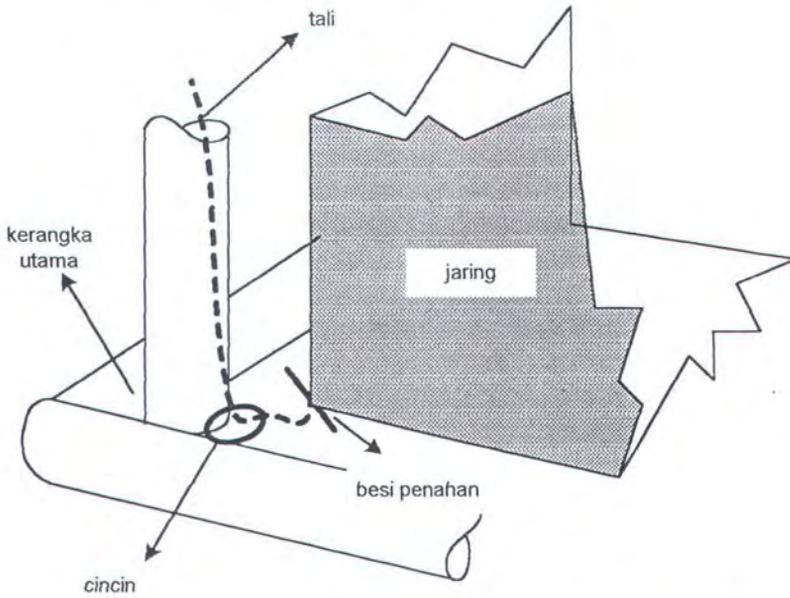
Jaring adalah bagian terpenting pada kerambah, hal ini karena didalam jaring ini akan di taburkan benih ikan yang akan di budidayakan sehingga pemilihan jaring harus tepat. Pemilihan jaring harus disesuaikan dengan jenis dan ukuran ikan yang akan dibudidayakan.

Untuk meletakkan jaring, pada kerambah jenis ini tidak terlalu sulit karena jaring diikat pada kerangka utama. Jaring bagian atas melekat pada kerangka utama bagian atas (sisi rakit bagian dalam), sedangkan jaring bagian bawah pada tiap ujungnya terikat pada pojok-pojok kerangka utama bagian bawah.

Pengikatan jaring untuk bagian bawah adalah dengan menggunakan cincin yang berada pada pojok-pojok kerangka utama. Ujung-ujung jaring bagian bawah dilengkapi tali yang akan diikatkan di bagian atas kerangka utama yang mana tali tersebut harus melalui cincin tersebut (Gb.4.4). Pada saat panen ujung tali dapat dilepas sehingga jaring dapat di tarik keatas.



Gb.4.3 Posisi pengikatan mooring pada keramba



Gb.4.4 Cara menyambung jaring pada kerangka utama

4.4 Sarana dan pra-sarana Keramba Tenggelam

4.4.1 Struktur utama

Struktur utama adalah struktur yang menyangga dan pengikat jaring. Struktur ini dibuat permanen sehingga dalam sistem operasionalnya struktur ini tidak perlu dirubah, jadi yang akan digerakkan selama proses panen dan peninjauan adalah jaringnya saja.

Struktur utama pada keramba tenggelam ini terdiri dari tiga bagian yaitu :

- pondasi struktur
- penyangga jaring
- tiang penyambung (*rail*)

Pondasi Struktur

Pondasi struktur pada tiap kaki terbuat dari beton dengan diameter 30 cm. Pondasi ini mempunyai tinggi 30 cm dari dasar laut. Selain sebagai penyangga utama struktur juga berfungsi sebagai pemberat sehingga struktur dapat tenggelam dan menahan beban lingkungan terutama beban gelombang dan arus yang dapat mengakibatkan bergesernya keramba. Pergeseran keramba dapat mengakibatkan ikan akan menjadi stress dan mengganggu perkembangannya.

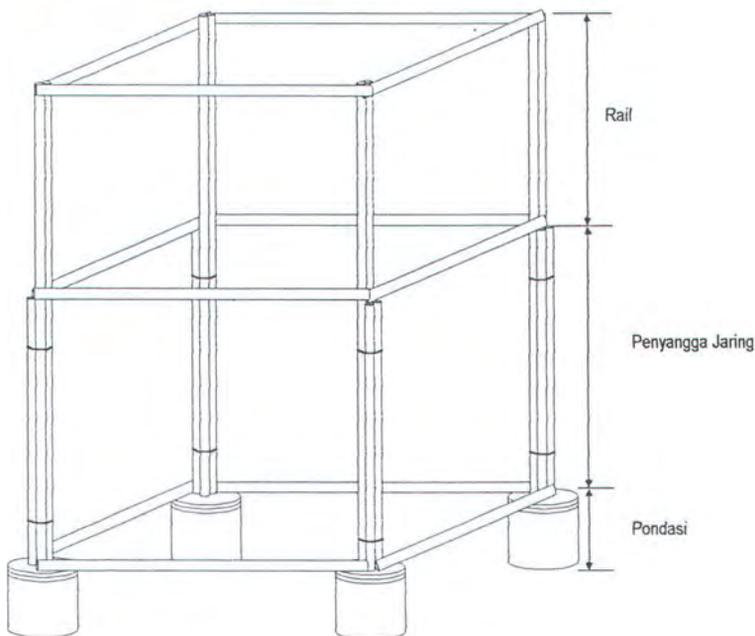
Penyangga Jaring

Penyangga Jaring merupakan tempat jaring dipasang, bagian ini terdiri atas empat buah bambu/kayu yang di satukan atau bahan lain yang memiliki kekuatan yang sebanding atau lebih. Bagian ini adalah bagian utama untuk menahan beban arus dan gelombang yang bekerja terhadap jaring dan pada bagian itu sendiri.

Untuk menyambung tiap kaki digunakan bambu (atau bahan lain, sesuai dengan pemilihan bahan) yang dipasang melintang yaitu di atas pondasi, bagian tengah sesuai dengan tinggi jaring dan bagian

permukaan air. Bagian ini adalah bagian utama untuk menahan beban arus dan gelombang yang bekerja terhadap jaring dan pada bagian itu sendiri.

Cara mengikat jaring pada bagian ini adalah terdapat pada bagian bawah atau daerah yang berbatasan dengan pondasi keramba. Pada bagian ini terdapat cincin yang merupakan tempat penahan tali dari bagian bawah jaring. Tali dilewatkan pada cincin dan akan dihubungkan keatas (permukaan) dan berhubungan dengan tali jaring bagian atas sehingga jaring bisa dinaikturunkan dengan cara mengendorkan tali tersebut dan menarik tali bagian atas.



Gb. 4.5 Struktur utama keramba tenggelam

Tiang Penyambung (Rail)

Tiang penyambung merupakan tiang yang menghubungkan bagian keramba di dasar dengan permukaan laut. Pada ujung atas bagian ini terdapat tanda atau pelampung sebagai penanda. Tiang ini terdiri dari dua buah bambu.

Pada bagian atas tiang ini terdapat bambu (atau bahan lain, sesuai dengan pemilihan bahan) yang dipasang horisontal yang menghubungkan tiap tiang. Pada bagian bawah atau perbatasan dengan penyangga jaring terdapat cincin yang berhubungan dengan jaring. Tiang penyambung ini bisa juga disebut rel bagi jaring untuk naik-turun, cincin tersebut diatas merupakan penahan sekaligus pengikat jaring pada bagian tiang penyambung.

4.4.2 Jaring

Jaring ikan pada keramba ini merupakan bagian sentral karena ditempat ini ikan akan hidup dan berkembang. Jaring merupakan bagian yang bisa dinaik turunkan. Bagian ini dari segi strukturnya dapat dibagi dalam dua bagian penting yang saling menunjang yaitu :

- bagan jaring

- jaring (*net*)

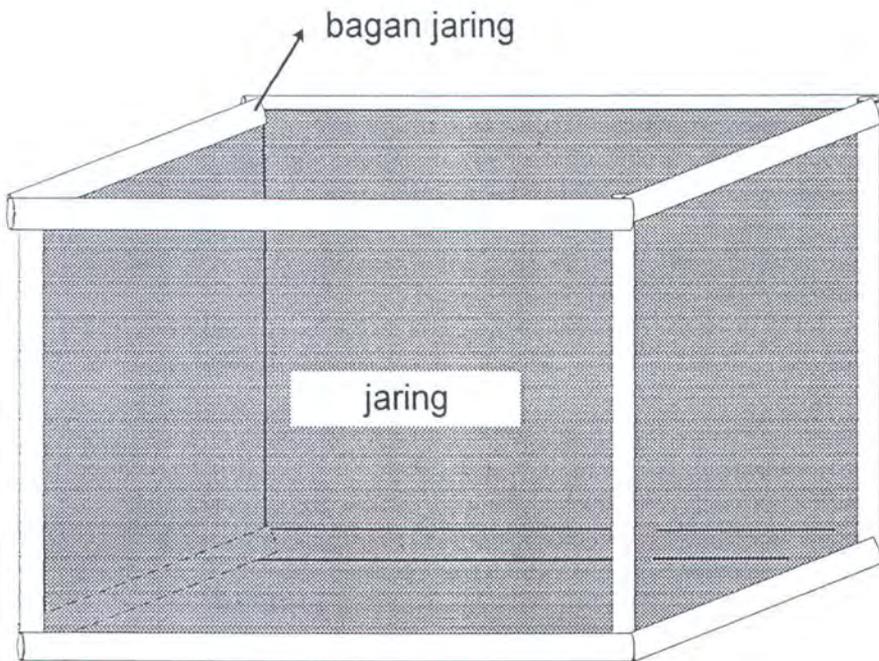
Bagan Jaring

Bagan jaring adalah bagian penguat atau bagian tempat jaring tersebut di pasang. Bagan ini terbuat dari paralon berbentuk kotak. Bagan ini merupakan kerangka utama dalam proses naik turunnya jaring pada saat panen atau pemeriksaan rutin.

Pada bagian sudut luar bagian bawah dari bagan ini terdapat tali yang dipasang melalui ring atau cincin yang berada pada bagian penyangga jaring. Tali ini bertujuan untuk mengangkat dan menurunkan bagan jaring tersebut. Ujung tali akan berhubungan dengan tali dari sudut luar bagian atas bagan yang berfungsi sebagai penarik jika bagan mau dinaikkan (Gb.4.6).

Panjang tali harus sampai kepermukaan air dan harus terikat kuat, hal ini agar ujung jaring bagan jaring bagian bawah tidak terbawa arus atau gelombang.

Pada bagian dalam sudut bagian bawah dari bagan terdapat cincin yang berfungsi sebagai pengikat jaring sehingga jaring dapat dinaik turunkan pada saat panen tanpa harus menaikkan seluruh bagan jaring kepermukaan. Bagan jaring hanya ditarik sampai permukaan atas saja kemudian jaring yang akan ditarik keatas.



Gb.4.6 bagan jaring

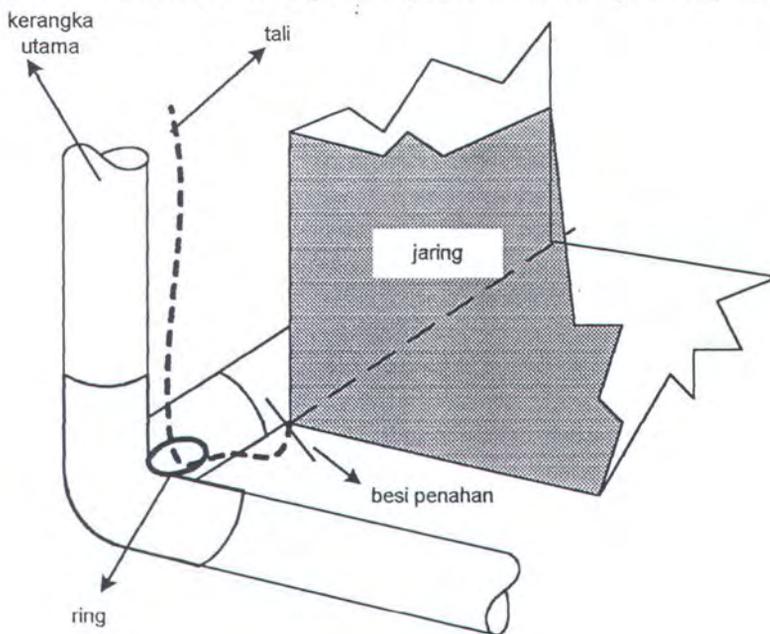
Jaring

Dalam penentuan dimensi dan ukuran jaring yang perlu ditentukan yaitu ukuran mata jaring *hang in ratio*. *Hang in ratio* adalah presentase antara panjang jaring dalam keadaan direntangkan dan

tidak direntangkan. Ini akan menentukan panjang sisi jaring dan jumlah mata jaring pada setiap sisinya.

Jaring berbentuk kubus dengan tutup yang bisa dibuka pada bagian atasnya untuk mempermudah proses panen. Pada bagian ujung bawah dari jaring terdapat tali yang lewatkan melalui cincin pada bagian dalam bagan. Tali ini diikatkan pada bagian atas bagan dan tali ini dilepas pada saat jaring mau diangkat.

Bagian atas jaring ini dipasangkan pada bagan bagian atas sehingga bagian yang jaring yang bisa di naik turunkan hanya bagian bawah jaring saja.



Gb. 4.7 Cara mengikat jaring kebagan jaring

4.5 Sarana dan Prasarana Keramba Melayang

Pada prinsipnya keramba melayang memiliki sarana dan prasarana yang sama dengan keramba tenggelam karena keramba ini tertutup dan seluruh jaring tercelup air. Adapun perbedaan mendasar hanya terletak pada kerangka struktur, pada keramba tenggelam keramba memiliki kerangka yang dapat menyokong dan menyangga keramba sedangkan pada keramba melayang tidak terdapat hal tersebut.

Adapun sarana dan prasarana yang terdapat pada keramba melayang adalah :

- ◆ Jaring
- ◆ Pelampung
- ◆ Pemberat (jankar)

4.5.1 Jaring

Sistem jaring pada keramba ini sama dengan keramba tenggelam yang memiliki dua bagian yaitu bagan jaring dan jaringnya. Bagan jaring berbentuk kubus yang tiap sisinya diberi jaring dan memiliki tutup yang bisa dibuka yang juga diberi jaring. Bagian lain yang sama adalah cara mengikat jaring terhadap bagannya dan terdapat juga pipa pemberi pakan.

Pada bagian sudut jaring diberi tali yang dihubungkan pada pelampung untuk bagian atas dan dihubungkan dengan pemberat untuk bagian bawah.

4.5.2 Pelampung

Pelampung sangat penting keberadaannya untuk keramba jenis ini, pelampung bisa terbuat dari bola plastik ataupun pelampung jenis lain seperti ban, tong dan lain-lain.

Pelampung terhubung dengan bagan jaring bagian atas sehingga bagan jaring dapat melayang.

4.5.3 pemberat (jangkar)

Seperti keramba mengapung yang memiliki pemberat, keramba melayang juga memiliki pemberat (jangkar). Seperti halnya untuk keramba mengapung pemberat ini berfungsi sebagai pengikat agar keramba tidak bergerak terbawa arus.

Adapun jenis jangkar yang dapat dipakai dapat dilihat pada lampiran 2, atau bisa membuat sendiri dari bahan beton ataupun batu.

4.6 Sistem Operasional

Kerambah apung dapat digunakan untuk berbagai keperluan selain pembesaran keramba ini juga bisa dipakai untuk keramba pembibitan. Keramba tenggelam adalah khusus untuk pembesaran sehingga ikan yang dimasukkan kedalam kerambah ini adalah ikan Kerapu yang sudah memiliki ukuran yang cukup untuk pembesaran yaitu 75 gr - 100 gr. Padat penebaran yang disarankan oleh BBL Lampung adalah 45 - 50 ekor/m³ (Paimin,2000).

Pada tahap ini pakan yang diberikan adalah berupa ikan rucah yang dipotong-potong berdasarkan besar ikan. Dosis pakan yang diberikan adalah sebanyak 5% - 8% dari berat badan ikan perhari yang diberikan dua kali sehari pada pagi dan sore hari. Selain pakan diperlukan juga vitamin yang diberikan seminggu sekali.

Cara memberi makan untuk keramba apung dapat dilakukan dengan menebarkan pakan ke permukaan keramba sedangkan untuk keramba tenggelam adalah dengan cara melalui pipa pemberi pakan yang dihubungkan langsung dengan jaring. Pipa diikatkan pada bagan jaring dan bagian bawah dari

pipa tersebut dibelokkan ke tengah-tengah jaring bagian atas. Posisi pemberian pakan harus dari atas (jatuh ke dasar) hal ini berhubungan dengan sifat ikan kerapu yang pasif dalam menunggu makanan. Ikan kerapu selalu akan berada didasar jaring dan menunggu jatuh (datangnya) makanan dan memakannya pada saat melayang. Makanan yang sudah tenggelam didasar jaring tidak akan dimakan lagi. Sisa makanan harus dibuang hal ini untuk mencegah sisa makan tersebut dimakan oleh ikan lain (predator) yang dapat mengakibatkan robeknya jaring.

Pengelolaan Lain

Beberapa kegiatan yang pemeliharaan yang penting dalam proses pembesaran ikan Kerapu adalah penggolongan ukuran (*grading*) dan penggantian jaring. *Grading* perlu dilakukan karena pertumbuhan ikan Kerapu seringkali tidak seragam, padahal ikan Kerapu bersifat kanibal. Sifat kanibalnya ini akan keluar apabila terjadi perbedaan ukuran, tidak hanya memangsa yang kecil namun juga menjadi penguasa disitu. Akibatnya adalah ikan yang kecil selalu tersisih dalam segala hal termasuk dalam persaingan makanan.

Untuk mencegah hal tersebut diperlukan penyeragaman ukuran tiap 2 - 4 sekali.

Perawatan dan pengontrolan jaring perlu dilakukan. Jaring yang kotor dapat menghambat sirkulasi air dalam jaring sehingga menghambat sirkulasi oksigen. Apabila hal ini dibiarkan akan menghambat pertumbuhan ikan. Adanya marine growth juga akan memperbesar beban struktur sehingga akan berdampak pada kekuatan struktur dan umur struktur pada umumnya.

Penggantian jaring dapat dilakukan 2 minggu sekali (Paimin,2000). Jaring yang kotor dibersihkan dan dijemur sampai kering, setelah itu jaring siap dipakai.

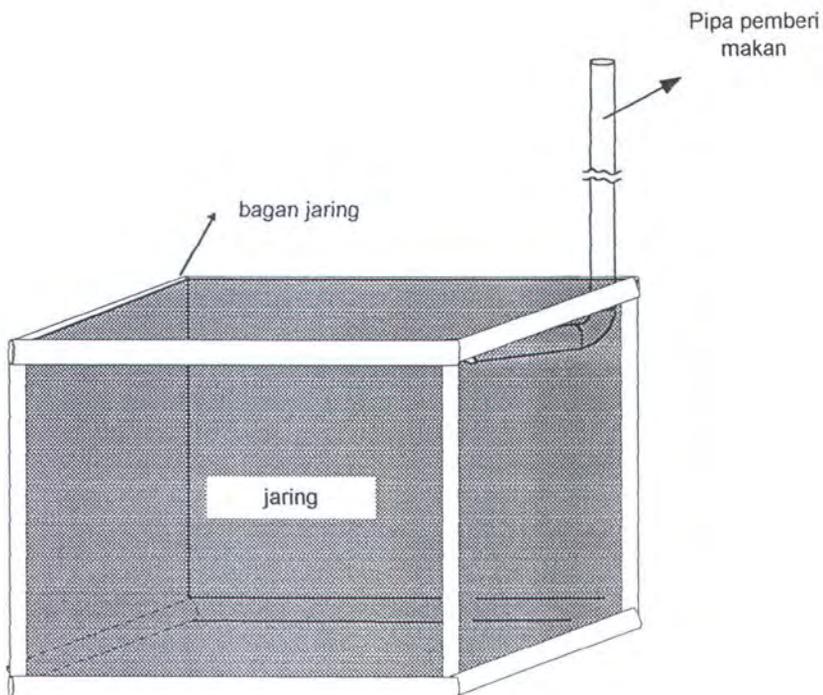
Panen

Panen biasanya disesuaikan dengan ukuran yang dikehendaki pasar. Ukuran konsumsi ikan Kerapu adalah 500 - 800 gram. Pada saat panen pemberian makanan dihentikan.

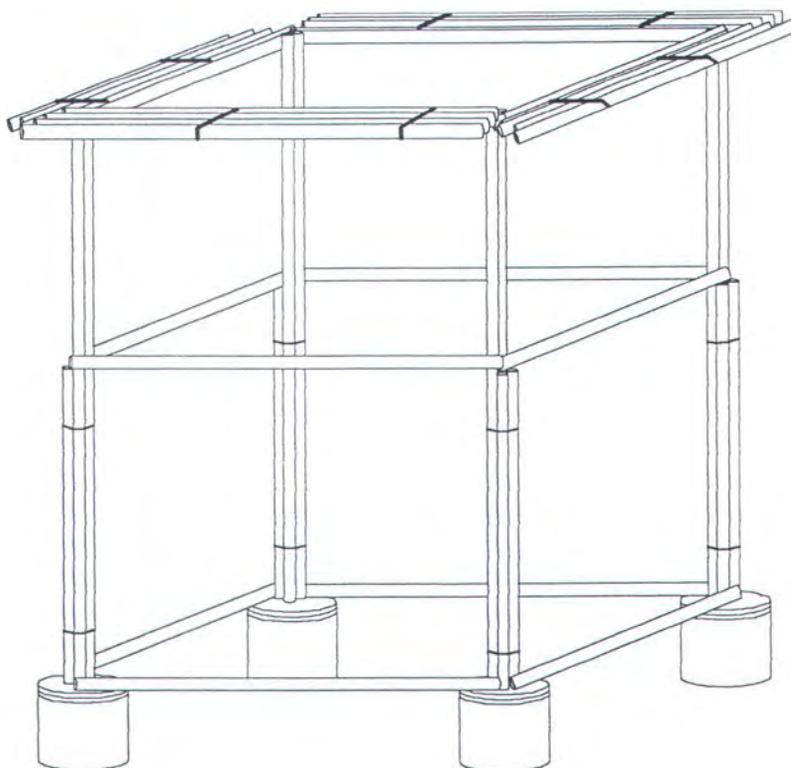
Saat panen untuk keramba apung proses panen dapat dilakukan pada rakit yang ada. Sedangkan untuk keramba tenggelam, struktur utama keramba

ditambah dengan rakit-rakit sepanjang sisi keramba bagian atas (gb.4.9), hal ini untuk dipergunakan dalam proses panen. Rakit berfungsi sebagai tempat berpijak petani yang akan memanen ikan. Jaring diangkat dengan menggunakan tali yang ada sampai kepermukaan.

Bagian bawah jaring diangkat dengan melepaskan ikatan tali bagian bawah. Ikan dipindahkan keatas kapal yang dilengkapi dengan palka khusus untuk menampung ikan. Atau dengan dikemas diatas rakit secara tertutup menggunakan plastik berisi air dan oksigen. Setia plastik berisi 5 - 6 ikan dan diberi obat penenang , lalu diangkut ke darat.



Gb 4.8 posisi pipa pemberi makan



Gb. 4.9 pemasangan rakit-rakit saat panen

4.7 Pemilihan Bahan dan Model

4.6.1 Pemilihan model

Pemilihan model dilakukan dengan membandingkan ketiga model yang telah ada dan berdasarkan pada sifat ikan Kerapu, serta daya dukung keramba terhadap kelangsungan hidup ikan dan pembudidayaannya.

Dari kelebihan dan kekurangan keramba-keramba tersebut diatas dapat ditentukan bahwa untuk ikan-ikan dasar khususnya ikan kerapu, maka struktur

yang cocok untuk membudidayakan adalah keramba tenggelam dengan pertimbangan:

1. Ikan kerapu memiliki sifat khusus yang dalam perkembangannya sangat berpengaruh yaitu kurang tahannya ikan kerapu terhadap perubahan mendadak yang dapat terjadi permukaan laut, mis : ombak, pasut, lalu lintas laut, dsb.
2. Daerah pantai adalah daerah yang rawan pencemaran dan sampah yang mempunyai sifat mengapung. Dengan terkenanya ikan kerapu oleh pengaruh pencemaran tersebut maka akan mengganggu pertumbuhan ikan itu sendiri. Oleh sebab itu lebih baik ikan kerapu dibudidayakan dikedalaman yang relative aman.
3. Untuk daerah permukaan, kadar garam (salinitas) sangat bervariasi tergantung pada jumlah air tawar yang masuk ke pantai tersebut. Ikan kerapu sebaiknya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai salinitas cenderung tetap yaitu sebesar 30-33 ppt (part per thousand).

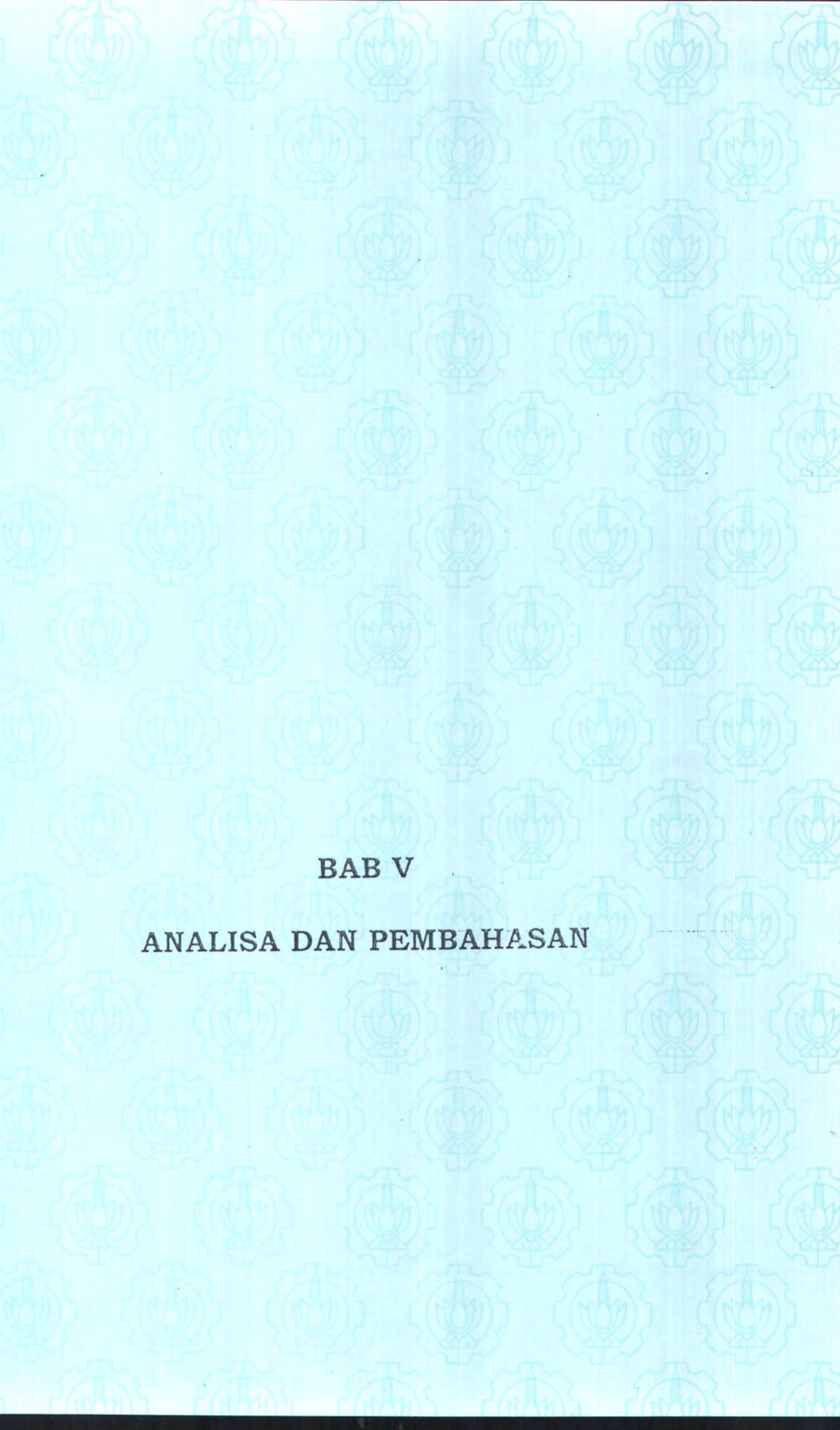
4.6.2 Pemilihan bahan

Penentuan bahan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas baik itu terhadap karakteristik bahan maupun masalah perekonomian masyarakat pesisir utara pulau jawa. Penggunaan bahan yang tepat guna dan murah merupakan pilihan yang harus ditentukan agar semua lapisan masyarakat terutama untuk pengusaha tingkat menengah kebawah juga bisa memanfaatkan dan memakai model keramba ini.

Untuk daerah pesisir yang nota-benanya adalah berpenduduk nelayan miskin, maka penggunaan bambu sebagai bahan utama pembuatan keramba merupakan pilihan yang paling memungkinkan. Bambu memiliki kelebihan sebagai bahan yang murah, mudah didapat, serta memiliki kekuatan yang mencukupi untuk pembudidayaan ikan Kerapu berskala kecil.

Penggunaan bahan lain tidak tertutup kemungkinan untuk dipakai, hal ini tergantung pada kondisi dan keinginan pengusaha dalam menentukan serta memperhitungkan jenis ikan dan seberapa lama pembudidayaan yang diinginkan. Semua hal di atas adalah tergantung pada besarnya modal yang dimiliki.

Adapun untu analisa tentang nilai ekonomis bahan
dihubungkan dengan keuntungan yang didapat petani
tiap musim tanam dapat dilihat pada bab V.



BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV telah ditentukan bahwa model yang akan dipakai adalah model keramba tenggelam, yang ditentukan berdasarkan pada pertimbangan sifat ikan Kerapu yang akan dipelihara. Selain mengenai sifat ikan kerapu yang dijadikan landasan, diperlukan suatu pertimbangan yang lain yaitu kekuatan struktur dan analisa ekonomis keramba tenggelam tersebut.

Kekuatan struktur dapat ditentukan dengan menganalisa beban dinamis yang diterima struktur serta juga mengetahui respon struktur terhadap beban tersebut. Pertimbangan nilai ekonomisnya dilakukan dengan menghitung pendapatan bersih petani tiap musim tanam. Perhitungan besarnya biaya adalah dengan membandingkan nilai ekonomis bahan-bahan pada bab IV untuk pembuatan keramba tenggelam.

5.1 Analisa Ekonomis

Dalam perhitungan biaya produksi tiap musim tanam adalah :

- Biaya tetap
 1. biaya penyusutan keramba
 2. pembelian bibit kerapu
 3. biaya dan perlengkapan
 4. biaya pembelian ikan rucah
 5. biaya perbaikan
 6. biaya panen
 7. gaji tenaga kerja
 8. pembelian vitamin
 9. lain-lain

- Biaya tidak tetap
 1. harga penjualan kerapu
 2. resiko kerusakan ikan

Selain biaya-biaya diatas, hal lain yang perlu diperhatikan adalah:

- lama musim tanam, lama musim tanam kerapu dalam kerambah adalah berkisar antara 5-6 bulan dengan berat konsumsi 500-800 gram/ekor.
- kapasitas ikan dalam kerambah, untuk keramba pembesaran dapat di isi 25 - 30 ekor/m³. Untuk keramba tiap musim tanam dapat

menghasilkan 400 kg tiap keramba berukuran 3m x 3m x 3m dengan asumsi kematian 5 - 10 %.

5.1.1 Biaya Pembuatan Keramba Tenggelam

Dalam perhitungan besarnya biaya pembuatan keramba hal yang perlu diperhatikan adalah :

- ◆ bahan yang dipakai, dalam hal ini adalah harga dari bahan tersebut dipasaran.
- ◆ biaya pembuatan bagan jaring, yaitu perhitungan harga jaring dan pembuatan kerangkanya.
- ◆ Biaya tenaga kerja yang dipakai untuk pembuatan keramba.
- ◆ Biaya-biaya bahan-bahan yang lain yang dibutuhkan dalam pembuatan keramba al; semen, pasir, tali, dan lain-lain.

Besarnya biaya pembuatan keramba tiap bahan dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 biaya pembuatan keramba untuk
tiap-tiap bahan

Bahan	Umur	Biaya Pembuatan
Pipa baja	8 thn	Rp. 4.500.000,00
Kayu lunak	2 thn	Rp. 2.750.000,00
Kayu keras	3 thn	Rp. 3.200.000,00
Pipa PVC	2 thn	Rp. 2.570.000,00
Bambu	2 thn	Rp. 2.250.000,00

5.1.2 Analisa Ekonomis Tiap Musim Tanam

Seperti yang diuraikan diatas bahwa untuk perhitungan biaya adalah memperhitungkan biaya tetap dan biaya tidak tetap. Adapun biaya yang diperhitungkan untuk setiap musim tanam dapat dilihat pada tabel 5.2.

Adapun besarnya biaya untuk tiap kebutuhan adalah:

1. harga benih ikan kerapu siap tanam adalah Rp.5000,00 per ekor.
2. biaya pakan untuk satu musim tanam dibutuhkan 4 ton/MT. Dengan harga Rp.250.000,00 per ton
3. biaya perawatan dan perlengkapan setiap musim tanam adalah Rp. 200.000,00
4. gaji tenaga kerja yang dipakai adalah Rp.100.000,00 per bulan.

$$\begin{aligned}\text{Nilai Jual (N)} &= \text{harga pasaran} - \text{resiko rusak} \\ &= \text{Rp. } 200.000 - 10\% (200.000) \\ &= \text{Rp. } 180.000,00\end{aligned}$$

Dari nilai jual tersebut diatas didapat jumlah produksi impas permusim tanam dengan membagi jumlah pengeluaran untuk satu musim tanam dengan harga ikan. Setelah kita mendapatkan jumlah produksi impas maka kita dapat menghitung besarnya keuntungan tiap musim tanam yaitu dengan mengurangkan produksi tiap musim tanam dengan jumlah produksi impas sehingga didapat jumlah produksi bersih. Keuntungan dari keramba tersebut per musim tanam didapat dengan mengkalikan produksi bersih dengan harga ikan dipasaran, seperti tercantum pada tabel 5.3.

Dari tabel 5.3 dapat dilihat jumlah keuntungan untuk musim tanam bahwa bahan yang paling menguntungkan adalah pipa besi dan bambu. Pipa besi memiliki keunggulan dalam umur struktur yaitu 8 tahun dengan kata lain bahwa besi dapat melakukan 16 kali musim tanam tanpa mengganti struktur. Sedangkan bambu memiliki keunggulan tentang modal awal yang dikeluarkan relatif lebih

kecil namun memiliki kelemahan dalam hal umur struktur yaitu struktur dengan bahan bambu harus mengganti struktur setiap 4 kali musim tanam.

tabel 5.3 Keuntungan tiap bahan Struktur tiap musim tanam

no	Bahan struktur	Kg impas	keuntungan	
			Kg	Rp
1	Pipa Baja	32	368	66.240.000
2	Kayu Lunak	34	366	65.880.000
3	Kayu Keras	34	366	65.880.000
4	Pipa PVC	34	366	65.880.000
5	Bambu	34	366	65.880.000

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk mengembalikan modal selama satu musim tanam dibutuhkan 32-34 kg ikan kerapu hidup dengan keuntungan yang tidak jauh berbeda.

5.2 Analisa Struktur

Gaya yang bekerja pada keramba pada saat pengoperasian sehari-hari adalah gaya gelombang dan gaya arus. Pembebanan dapat dibedakan menjadi dua, berdasarkan pada bagian yang terkena gaya yaitu :

1. strukturnya, yaitu bagian kerangka utama keramba yang menjadi penumpu utama beban yang diteriama.
2. jaring, yaitu pembebanan terhadap jaring yang pada dasarnya beban ini tetap disangga oleh struktur utamanya.

5.2.1 Pembebanan akibat gaya Gelombang

Perhitungan gaya gelombang berdasarkan pada kondisi perairan situbondo yang dijadikan sampel tempat untuk perancangan keramba ini. Adapun data-data yang diperoleh tentang kondisi perairannya adalah (Tim PPGL, 1993):

- Tinggi gelombang (H) : 0,44 meter
- Periode gelombang (T) : 3 detik
- Kedalaman (d) : 5 meter
- Kecepatan arus (v) : 0,3 m/det

Berdasarkan pada data-data perairan situbondo tersebut diatas dapat di hitung panjang gelombang awal (L_0) yaitu dengan menggunakan persamaan (2.16) karena kedalaman relatif yang dipakai adalah untuk perairan transisi dimana d/L adalah lebih besar dari 0,5.

Dengan data-data tambahan yaitu percepatan gravitasi (g) = 9.81 m/s^2 maka panjang gelombang awalnya (L_0) :

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

$$L_0 = \frac{9.81 \times 3^2}{2\pi} = 14.06 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan diatas kita dapat menentukan besarnya nilai d/L_0 yaitu $d/L_0 = 0.3556$, dan dengan menggunakan tabel fungsi d/L untuk pertambahan nilai d/L_0 kita dapat menentukan nilai d/L . Dengan menggunakan metode iterasi di dapat nilai $d/L = 0.3629$. Sehingga panjang gelombang pada kedalaman 5 meter adalah 13.778 meter.

Dari nilai H/d dan d/L yang didapat maka teori gelombang yang dipakai berdasarkan pada gambar 2.3 adalah teori gelombang airy, yang mana untuk teori perhitungan gelombang memakai persamaan-persamaan untuk laut transisi.

Pembebanan pada struktur

Gaya yang bekerja pada struktur utama keramba terdiri atas dua gaya, yaitu gaya drag dan gaya inersia. Untuk perhitungan gaya-gaya tersebut dipergunakan persamaan (2.28) yaitu ;

$$F = \int_0^l \left[\frac{1}{2} C_D \rho D |u|u + \rho C_I \frac{\pi d^2}{4} a_x \right] dy$$

Dengan rumus-rumus yang dipakai dalam persamaan tersebut adalah rumus kecepatan gelombang (2.22) dan rumus percepatan gelombang (2.25). Besarnya C_D dan C_I masing-masing adalah 0,7 dan 2. Gaya total yang bekerja akibat gelombang terhadap struktur utama tercantum dalam tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil perhitungan gaya gelombang

z	D	K(z+d)	kd	u	A	ulul	fd	fi	F total
0	0.1	2.279	2.279	0.4703	0.9845	0.2212	0.6229	15.843	16.466
-1	0.1	1.8232	2.279	0.3027	0.6337	0.0917	0.2581	10.198	10.457
-1.6	0.1	1.5497	2.279	0.2346	0.491	0.055	0.1549	7.9018	8.0567
-1.7	0.2	1.5041	2.279	0.225	0.4711	0.0506	0.5705	30.323	30.894
-3	0.2	0.9116	2.279	0.1377	0.2883	0.019	0.2137	18.558	18.772
-4.6	0.2	0.1823	2.279	0.0969	0.2028	0.0094	0.1058	13.056	13.162
-4.7	0.4	0.1367	2.279	0.0962	0.2014	0.0093	0.417	51.849	52.266
-5	0.4	0	2.279	0.0953	0.1995	0.0091	0.4093	51.368	51.777

5.2.2 Pembebanan akibat gaya Arus

Pembebanan akibat gaya arus pada kerambah, tergantung pada kecepatan arus itu sendiri. Akibat gaya arus kerambah mengalami dua jenis gaya yaitu gaya drag dan gaya angkat (*lift force*).

Kecepatan arus di daerah Siubondo adalah sebesar 0,3 m/d. Untuk menghitung besarnya gaya drag dan gaya angkat dapat dibagi menjadi dua, yaitu terhadap struktur dan jaringnya.

Pembebanan pada struktur

Pembebanan pada struktur yaitu menggunakan persamaan dibawah ini :

$$dF_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA$$

dan

$$dF_L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_L(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA$$

maka untuk menentukan besarnya gaya drag dan gaya angkat kita terlebih menentukan nilai-nilai :

ρ : densitas air laut (1025 kg/m³)

C_D : coefisien drag

- C_L : coefisien lift
- U : kecepatan arus
- A : luasan struktur

Untuk menentukan besarnya coefisien drag dan coefisien lift maka diperlukan perhitungan angka Reynolds dengan persamaan :

$$R_e = \frac{U_e D}{\nu}$$

dengan :

- R_e : angka reynolds
- U_e : kecepatan arus
- D : diameter pipa
- ν : kecepatan kinematik zat cair (1.0×10^{-5} ft²/sec, untuk air laut)

Maka untuk menentukan besarnya gaya drag dan gaya lift maka digunakan tabel 2.1 untuk menentukan besarnya coefisien drag dan coefisien lift.

Untuk perairan Situbondo diketahui besarnya kecepatan arus adalah 0,3 m/sec. Dari data tersebut maka besarnya gaya drag dan gaya lift

terhadap jaring pada masing-masing bagian keramba adalah terdapat pada tabel 5.5

Tabel 5.5 Besarnya gaya drag gaya lift untuk tiap kaki keramba

no	Bagian struktur	U	D	Re	Cd*	CL*	FD	FL
1	Pondasi	0.3	0.5	1.39E+05	1.07	0.92	24.7	21.2
2	Penyangga jaring	0.3	0.2	5.57E+04	1.2	1	11.1	9.2
3	Rail	0.3	0.1	2.79E+04	1.3	1.5	6.0	6.9
4	Chord	0.3	0.1	2.79E+04	1.3	1.5	6.0	6.9

Pembebanan pada jaring

Gaya drag pada jaring akibat arus dapat dihitung menggunakan persamaan (2.18). Persamaan ini searah dengan arah datangnya arus, persamaan tersebut adalah:

$$dF_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D(\alpha) \cdot U^2 \cdot dA \quad (2.18)$$

dengan :

C_D = Cofisien drag untuk jaring nylon
(1,42)

U = kecepatan arus (0,3 m/d)

A = luasan jaring (40 % dari luas sisi keramba)

$$= 40 \% \times 3 \times 3 = 3.6 \text{ m}^2$$

Sehingga besarnya gaya drag terhadap jaring adalah:

$$F_D = \frac{1}{2} \times 1025 \times 1,24 \times 0,3^2 \times 3,6$$

$$F_D = 235,8 \text{ N}$$

Besarnya pembebanan pada tiap simpul (sudut jaring) adalah :

$$F_D = 58,95 \text{ N}$$

5.2.3 Stabilitas

Selain kekuatan keramba hal lain yang perlu diperhitungkan adalah stabilitas keramba dari gaya-gaya yang bekerja terhadap keramba tersebut terutama gaya-gaya arus yang dominan untuk daerah pantai.

Stabilitas sangat tergantung pada berat keramba serta gaya bouyansi yang dialami oleh bambu serta gaya angkat dari arus yang terjadi. Struktur dapat dikatakan stabil apabila gaya berat dapat menahan gaya-gaya yang bekerja pada keramba tersebut. Dalam persamaan dapat di tulis :

$$\mu(W_T - F_L) \geq F_D + F_I$$

dengan :

- μ : koefisien gesek permukaan tanah
- W : berat keramba total setelah dikurangi bouyansi keramba
- F_L : gaya lift akibat arus
- F_D : gaya drag akibat arus
- F_I : gaya inersia

Perhitungan berat keramba total adalah dengan mengurangi berat keramba dengan gaya bouyansi dari struktur tersebut. Berat keramba adalah berat pondasi keramba tersebut sedangkan berat bambu adalah bagian yang memiliki bouyansi yang diperhitungkan, sedangkan berat jaring diabaikan. Adapun perhitungan berat tersebut menggunakan persamaan :

$$W = 4 \times \pi \times r^2 \times t \times \gamma$$

dengan :

- W : berat keramba
- r : jari-jari pondasi
- t : tinggi pondasi
- γ : berat jenis beton (2400 kg/m³)

$$\begin{aligned} \text{jadi berat keramba (W)} &= 4 \times \pi \times 0.25^2 \times 0,3 \times 2400 \\ &= 565,2 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Untuk menghitung bouyansi keramba dipergunakan persamaan :

$$B = Vol \times \rho$$

dengan :

$$Vol = \text{Volume bambu}$$

$$= \pi \times n \times L [(0,5D)^2 - (0,5D - d)^2]$$

dengan , n : jumlah total bambu (saat panen)

L : panjang bambu

D : diameter luar bambu

d : tebal bambu

$$= 3.14 \times 34 \times 4,5 [(0,05^2 - 0,04^2)]$$

$$= 0,432 \text{ m}^3$$

$$\rho = \text{densitas air laut (1025 kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{jadi bouyansi dari keramba (B)} = 0,432 \times 1025$$

$$= 443,2 \text{ kg}$$

$$\text{maka berat total dari keramba (W}_T\text{)} = W - B$$

$$= 565,2 - 443,2$$

$$= 122 \text{ kg}$$

$$= 1196,82 \text{ N}$$

Perhitungan gaya drag, gaya lift dan gaya inersia per satuan panjang untuk tiap kaki keramba adalah dengan persamaan:

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot U^2 \cdot D$$

$$F_L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_L \cdot U^2 \cdot D$$

$$F_D = \rho \cdot C_m \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \left(\frac{du}{dt} \right)$$

dengan :

- F_D : gaya drag per satuan luas
- F_L : gaya angkat per satuan luas
- F_I : gaya angkat per satuan luas
- C_D : koefisien drag
- C_L : koefisien angkat (*lift*)
- C_M : koefisien massa
- ρ : densitas air laut (1025 kg/m^3)
- U : kecepatan arus
- D : diameter pipa (luas bidang yang ditinjau)

Untuk perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada keramba dengan:

- $U = 0,3 \text{ m/sec}$
- $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9,81 \text{ m/sec}$
- C_D, C_L, C_M ditentukan dengan menggunakan angka Reynolds yang tergantung pada kecepatan arus dan diameter pipa, yang akan tercantum pada tabel 2.1

Adapun hasil perhitungan gaya drag dan gaya lift terdapat pada tabel 5.6, sedangkan untuk gaya inersia pada $t = 0$ adalah nol. Pada saat $t = 0$, gaya drag dan gaya lift adalah maksimal.

Tabel 5.6 Gaya drag dan lift pada kaki keramba

no	Bagian Struktur	U	D	L	Re	Cd	CL	FD	FL
1	pondasi	0.3	0.5	0.3	1.39E+05	1.07	0.92	7.4	6.4
2	penyangga jaring	0.3	0.2	3	5.57E+04	1.2	1	33.2	27.7
3	rail	0.3	0.1	2	2.79E+04	1.3	1.5	12.0	13.8
4	chord	0.3	0.1	3	2.79E+04	1.3	1.5	18.0	20.76

Dari tabel diatas dapat di tentukan besarnya gaya drag dan gaya lift. Adapun besarnya gaya drag dan gaya lft yang dialami oleh keramba adalah :

Gaya drag :

Pondasi	= 4 x 7,4	= 29,6 N
Penyagga jaring	= 4 x 33,2	= 132,8 N
Rail	= 4 x 12,0	= 48 N
Chord	= 6 x 18	= 108 N
TOTAL	= 318,4	N

Gaya lift :

Pondasi	= 4 x 6,4	=25,5 N
Penyagga jaring	= 4 x 27,7	=110,7 N
Rail	= 4 x 13,8	=55,4 N
Chord	= 6 x 20,8	=124,54 N
TOTAL	= 316	N

Stabilitas struktur didapat apabila struktur tersebut memenuhi persamaan :

$$\mu(W_T - F_L) \geq F_D + F_I$$

$$0,6 (1196,82 - 316) \geq 318,4 + 0$$

$$528,49 \geq 318,4$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa keramba tersebut stabil.

5.2.4 Respon Struktur

Perhitungan respon struktur adalah perhitungan akibat gaya kombinasi yang terdiri atas gaya gelombang, gaya arus dan gaya beratnya sendiri.

Perhitungan respon ini menggunakan pemograman GT strudl 25. Adapun respon yang di perhitungkan adalah besarnya defleksi dan momen yang terjadi. Hasil perhitungan defleksi maksimum dapat dilihat pada table 5.7 dan hasil perhitungan momen maksimum dapat dilihat pada tabel 5.8. Penentuan join dapat dilihat pada gambar 5.1

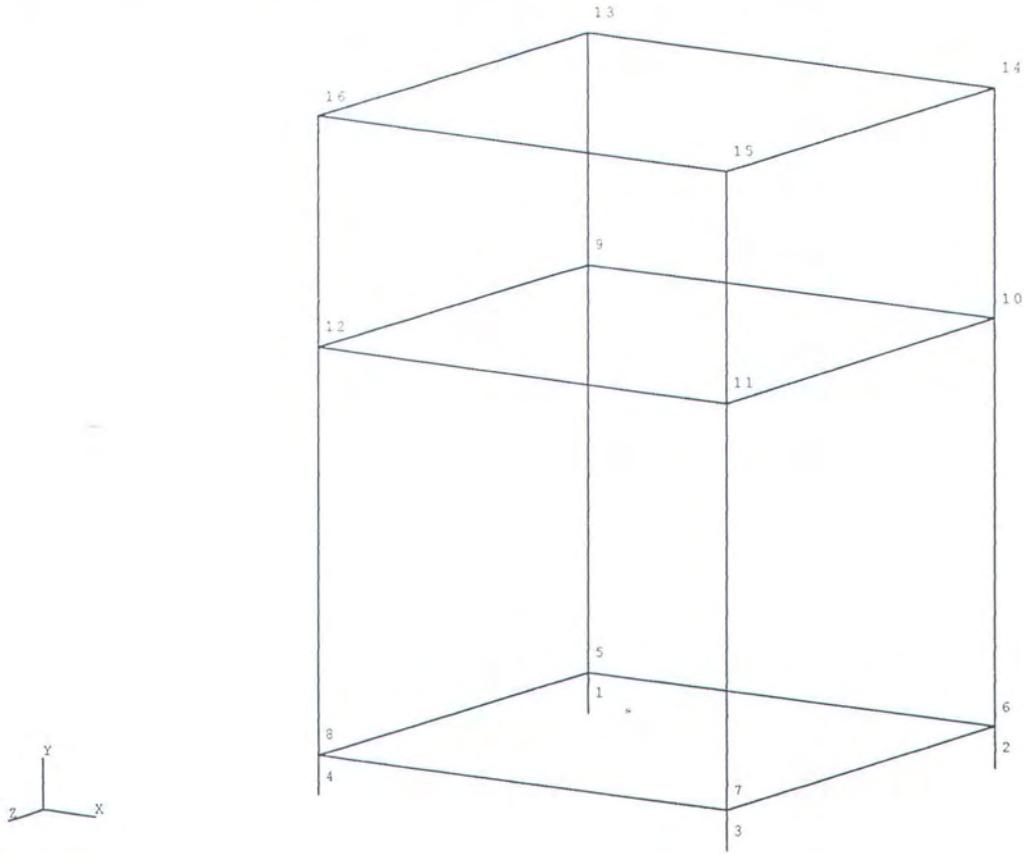
Tabel 5.7 Defleksi maksimum pada struktur untuk tiap-tiap koordinat (meter)

Sistem koordinat	defleksi	join
Sumbu X	0.624332E-02	16
Sumbu Y	-0.647188E-05	14
Sumbu Z	0.423499E-06	13

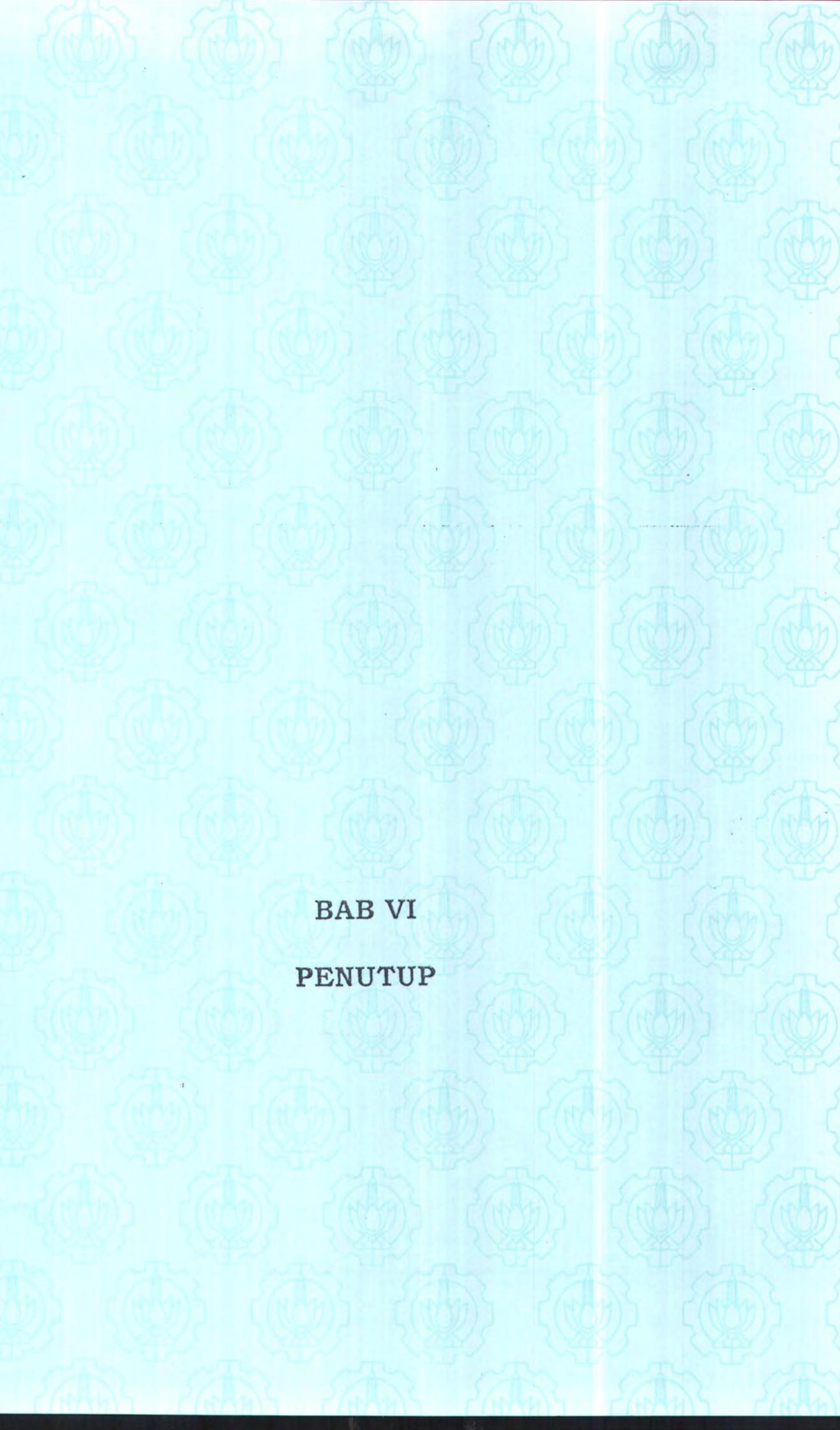
Tabel 5.8 Momen maksimum pada struktur untuk tiap-tiap koordinat (Nm)

Join	momen	Sistem koordinat
1	-117.784	Sumbu X
	-60.075	Sumbu Y
	1735.076	Sumbu Z
2	-117.604	Sumbu X
	-60.075	Sumbu Y
	1481.560	Sumbu Z
3	117.604	Sumbu X
	60.075	Sumbu Y
	1481.560	Sumbu Z
4	117.784	Sumbu X
	60.075	Sumbu Y
	1735.076	Sumbu Z

Dari perhitungan defleksi dan momen diatas dapat dilihat bahwa dengan beban gelombang dan arus seperti diatas dapat ditahan oleh struktur karena defleksi maksimum yang terjadi adalah sangat kecil sehingga struktur aman untuk digunakan.



Gambar 5.1 sistem koordinat dan joints



BAB VI
PENUTUP

BAB VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Dari pembahasan didepan dapat disimpulkan bahwa:

1. Model keramba yang cocok untuk ikan kerapu dan sesuai dengan masyarakat yang memiliki modal kecil adalah model tenggelam dengan bahan utama adalah bambu. Untuk usaha jangka panjang bahan yang cocok adalah pipa baja. Dari perhitungan kekuatan struktur keramba dengan GT Strudl 25 di ketahui bahwa defleksi maksimal terjadi sebesar 5,2 mm.
2. Sarana dan pra-sarana yang dipakai keramba ini adalah :
 - ◆ kerangka utama, yang terbuat dari bambu dengan pemberat dibagian bawah kaki, pemegang jaring dan rail.
 - ◆ Jaring, yang terikat pada bagan jaring yang terbuat dari pipa paralon dan memiliki tali sebagai media untuk menaik-turunkan bagan jaring, serta pipa

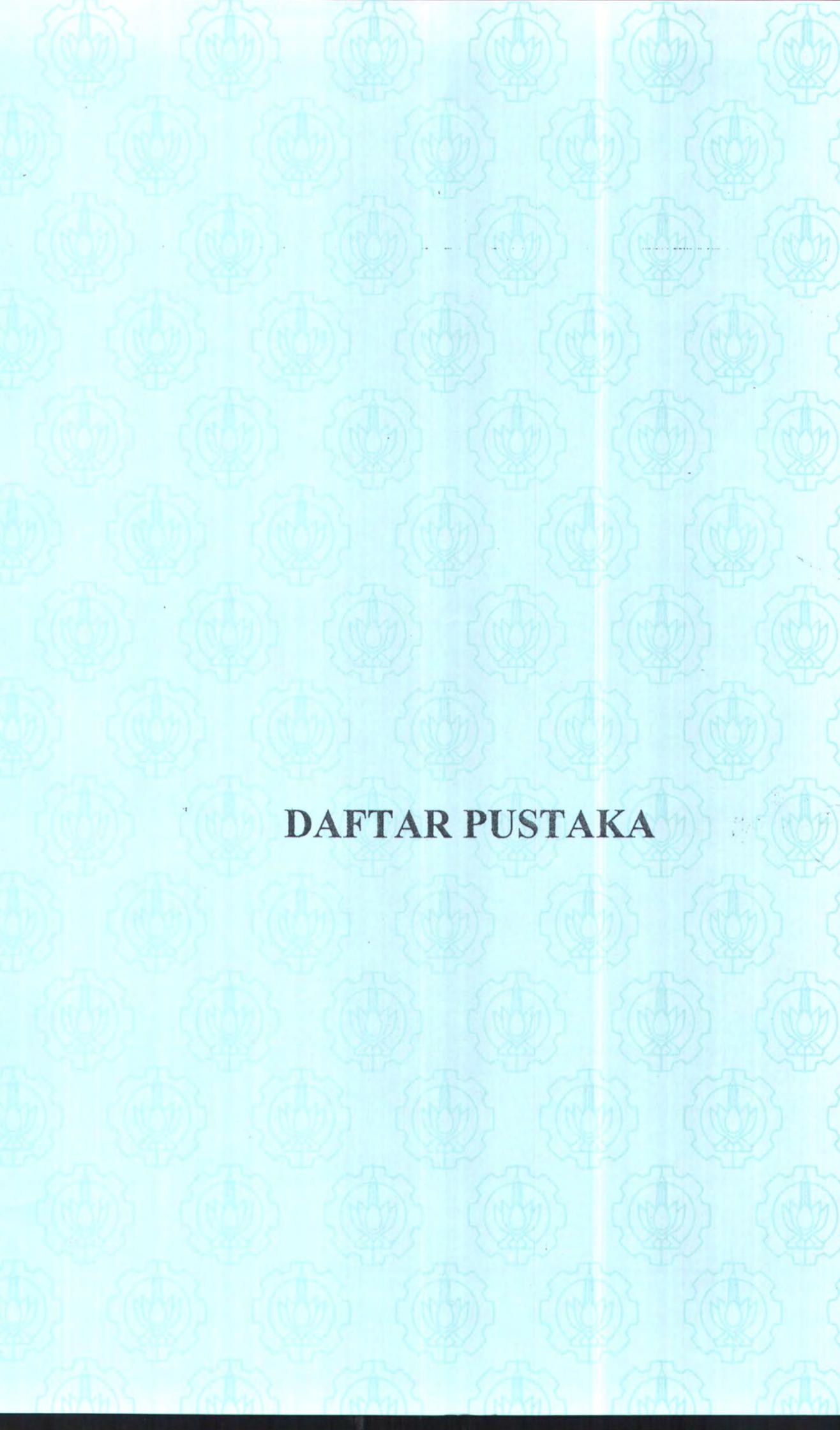
yang tonjolkan kepermukaan sebagai alat untuk pemberi makan.

- ◆ rakit tambahan sebagai pijakan dalam proses kontrol dan panen.

6.2 SARAN

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini banyak hal yang perlu diperhatikan dan di bahas lebih lanjut, adapun hal-hal tersebut adalah :

1. diperlukan pembahasan yang lebih mendalam tentang pembuatan keramba tenggelam dengan 2 atau lebih keramba.
2. jenis ikan yang diteliti sedapatnya lebih umum sehingga dimungkinkan untuk pengembangan ikan yang lain dan untuk daerah yang lebih luas.
3. tidak menutup kemungkinan untuk mengembangkan model lain yang lebih fleksibel.



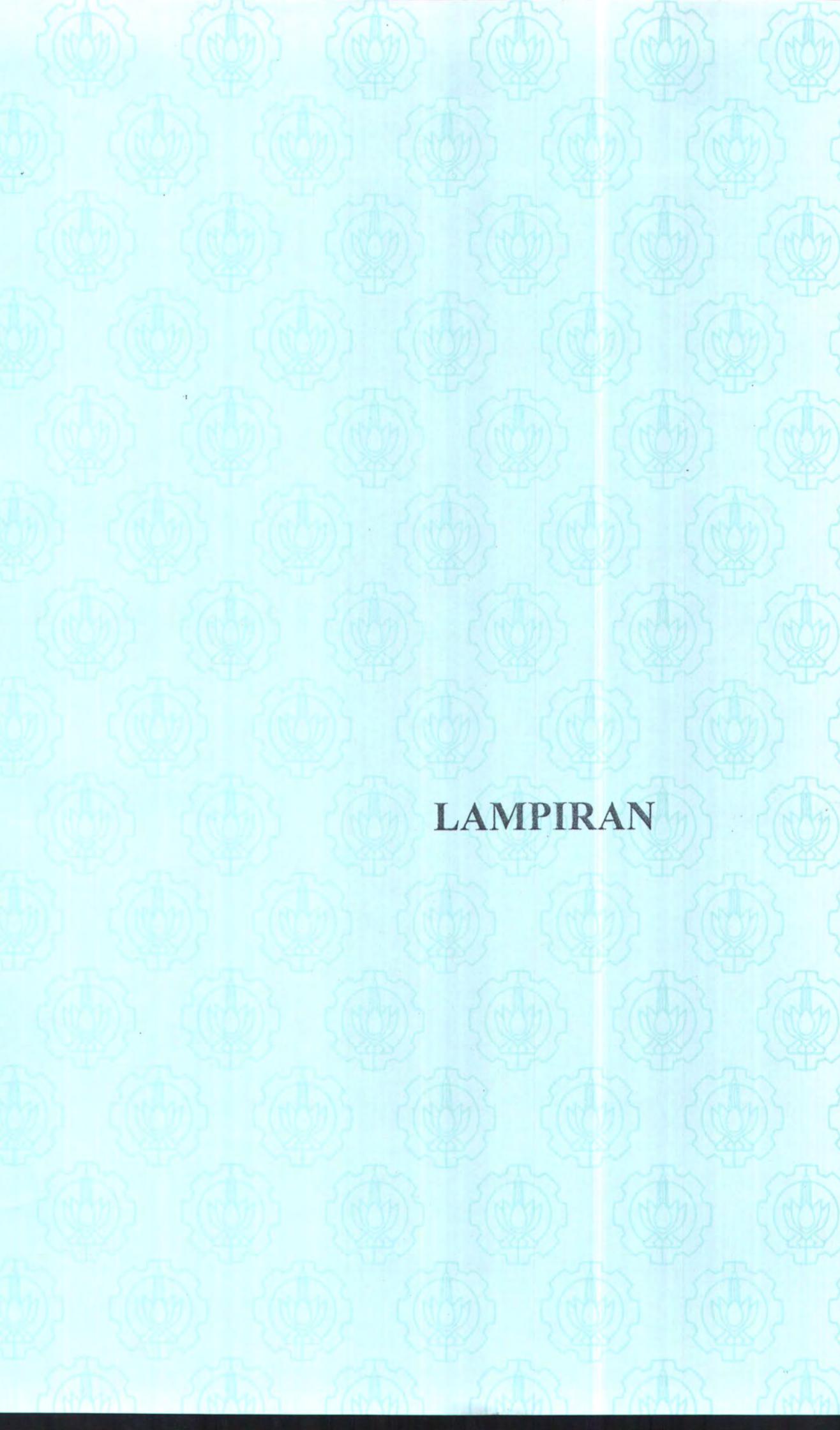
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Bayliss Mel,1988. **Under Water Inspection.**
St.Edmunds by Press Ltd
- Beveridge.M.C.M,1996. **Cage Aquaculture.** Fishing
News Books. Australia
- GT Strudl Users Manual,1989. **Offshore Structures
Analysis and Design,** GTT, Atalanta
- Lundgren.J,1986. "Fish Farming to Benefit from
Offshore Technology". **SSPA Highlights: 1-2**
- Myers J,J.1969. **Handbook of Ocean and Underwater
Engineering.** american Rockwell Corporation
- Mousselli A. H. 1981. **Offshore Pipeline Design,
Analysis, and Methods.** PennWell Books.Oklahoma
- Naess A. 1987. "Load Out of Offshore Structure".
**Proceedings of the 6th International Symposium
of Offshore Engineering.** COPPE. Federal
University of Rio de Janeiro. Brazil . August
- Paimin, F.R. 2000. **Rahasia Membesarkan Kerapu
Bebek.** Redaksi Trubus, Januari
- Soejono dan Sujantoko. 1999. **Diktat Perancangan
Sistem Bangunan Laut.** P2T2. FTK-ITS. Surabaya

Daftar Pustaka

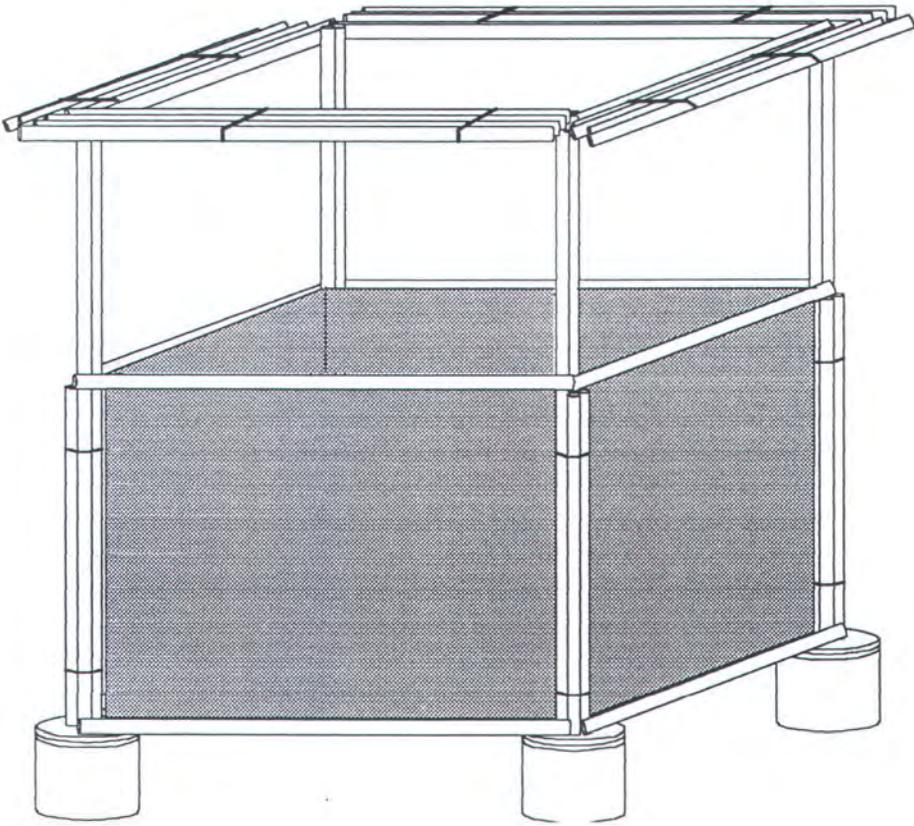
- Sunyoto.P dan Mustahal. 2000. **Pembenihan Ikan Laut Ekonomis : Kerapu, Kakap, Beronang.** Penebar Swadaya. Jakarta
- Sutomo,Y. 1999. **Diktat Kuliah Hidrodunamika.** Jurusan T.Kelautan. FTK-ITS. Surabaya
- Tim PPGL. 1993-1994. **Proyek Penyelidikan Kelautan, Untuk Daerah Besuki dan Sekitarnya.** Departemen Pertambangan dan Energi. Bandung
- Triatmojo.B.1999. **Teknik Pantai.** Beta Offset. Yogyakarta



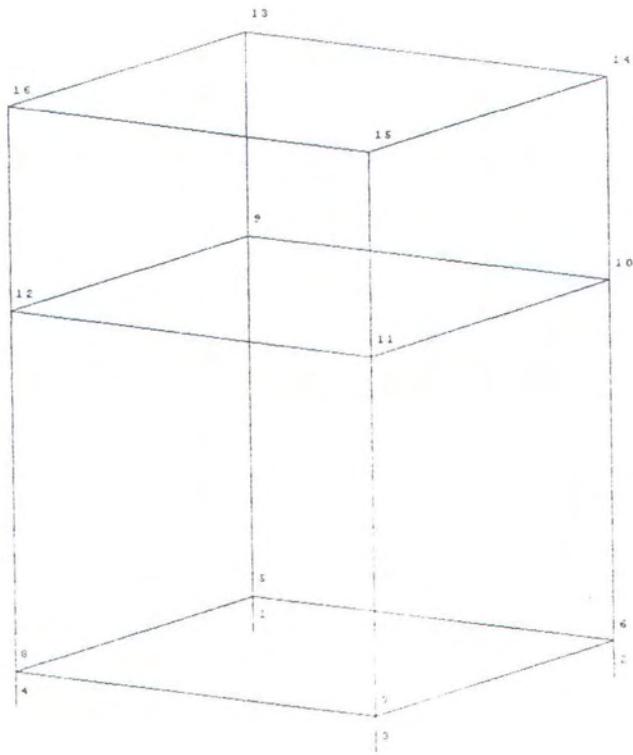
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

GAMBAR STRUKTUR KERAMBA TENGGELAM



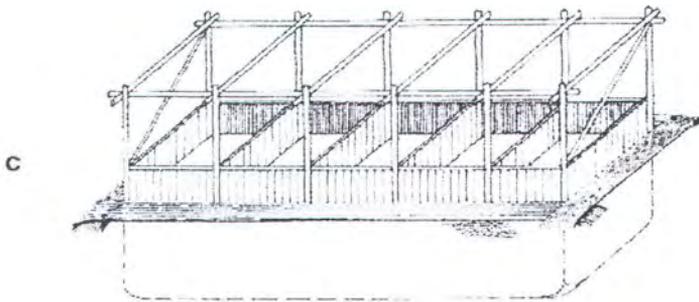
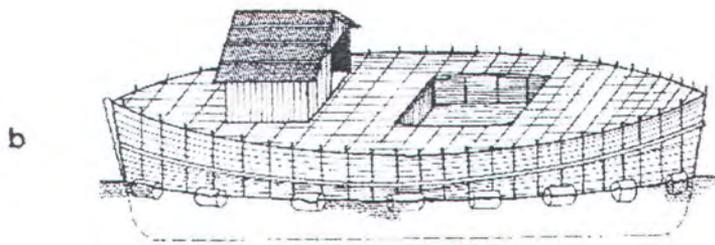
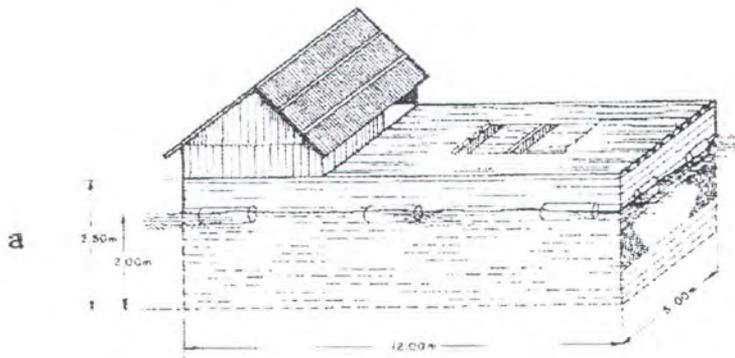
Keramba tenggelam



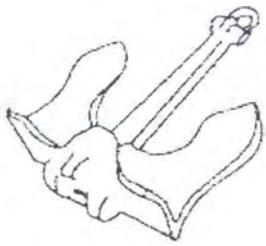
Sistem koordinat dan joints

LAMPIRAN 2

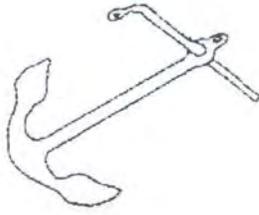
GAMBAR SISTEM JANGKAR, GAMBAR KERAMBA



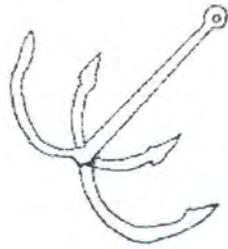
keramba konvensional terbuat bambu/kayu dan menggunakan kapal sebagai media.



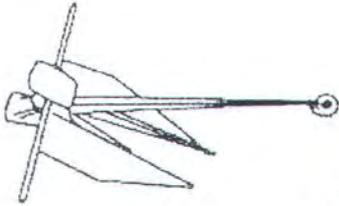
NAVY STOCKLESS



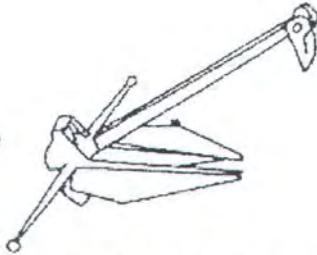
KEDGE



GRAPNEL



DANFORTH

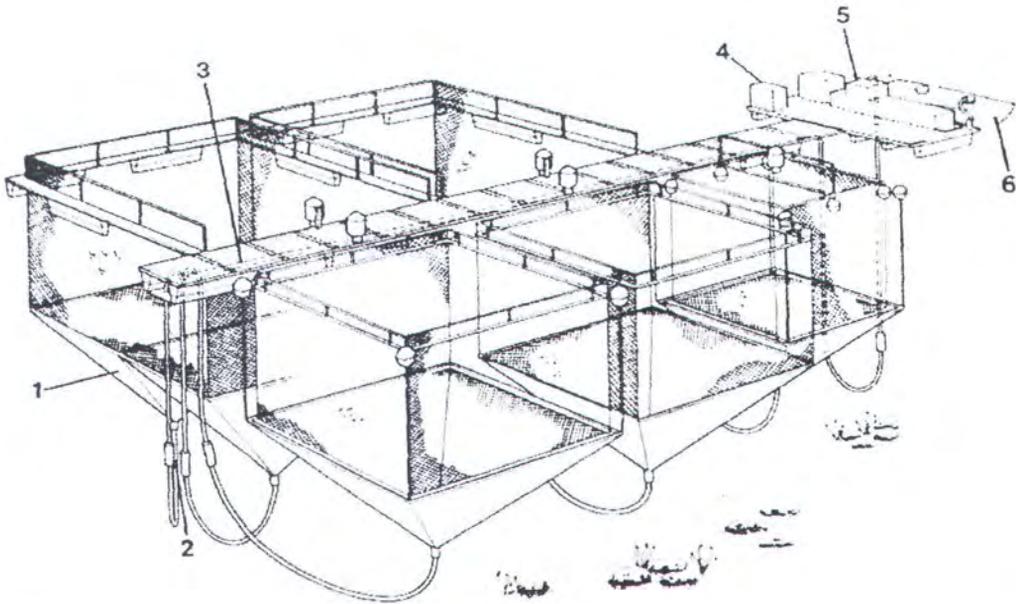


LIGHTWEIGHT



MUSHROOM

jenis-jenis jangkar dapat dipakai untuk keramba



Sistem keramba modern dengan sistem kontrol otomatis.

LAMPIRAN 3

OUTPUT GI Strudl 25

RESULTANT JOINT DISPLACEMENTS SUPPORTS

JOINT		/-----DISPLACEMENT-----//			-----ROTATION-----/		
		X DISP.	Y DISP.	Z DISP.	X ROT.	Y ROT.	Z ROT.
1	GLOBAL	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
2	GLOBAL	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
3	GLOBAL	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4	GLOBAL	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5	GLOBAL	0.0000002	-0.0000001	0.0000000	0.0000035	0.0000023	-0.0000460
6	GLOBAL	0.0000001	-0.0000001	0.0000000	0.0000035	0.0000023	-0.0000386
7	GLOBAL	0.0000001	-0.0000001	0.0000000	-0.0000035	-0.0000023	-0.0000386
8	GLOBAL	0.0000002	-0.0000001	0.0000000	-0.0000035	-0.0000023	-0.0000460
9	GLOBAL	0.0003631	-0.0000042	-0.0000003	0.0003077	0.0006421	-0.0094744
10	GLOBAL	0.0003636	-0.0000048	-0.0000003	0.0003065	0.0006421	-0.0088585
11	GLOBAL	0.0003636	-0.0000048	0.0000003	-0.0003065	-0.0006421	-0.0088585
12	GLOBAL	0.0003631	-0.0000042	0.0000003	-0.0003077	-0.0006421	-0.0094744
13	GLOBAL	0.0006243	-0.0000056	0.0000004	0.0015424	0.0010881	-0.0084958
14	GLOBAL	0.0006236	-0.0000065	0.0000003	0.0015415	0.0010881	-0.0054199
15	GLOBAL	0.0006236	-0.0000065	-0.0000003	-0.0015415	-0.0010881	-0.0054199
16	GLOBAL	0.0006243	-0.0000056	-0.0000004	-0.0015424	-0.0010881	-0.0084958

INDEPENDENT IN EACH COORDINATE

```

=====
RESULT      MAXIMUM      LOAD      JOINT
*-----*
X-DISP      0.624332E-03  KOMBINASI  16
Y-DISP      -0.647188E-05  KOMBINASI  14
Z-DISP      0.423499E-06  KOMBINASI  13
=====
    
```

****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL DISPLACEMENTS****
 SRSS VECTOR LENGTHS

```

=====
* RESULT      MAXIMUM      LOAD      JOINT
*-----*
* XYZ-DISP    0.624358E-03  KOMBINASI  16
* XY-DISP     0.624358E-03  KOMBINASI  16
* XZ-DISP     0.624332E-03  KOMBINASI  16
* YZ-DISP     0.648114E-05  KOMBINASI  15
=====
    
```

RESULTANT JOINT LOADS SUPPORTS

JOINT		/-----FORCE-----/			/-----MOMENT-----/		
		X FORCE	Y FORCE	Z FORCE	X MOMENT	Y MOMENT	Z MOMENT
1	GLOBAL	-966.4072266	8894.5585938	36.6768188	-117.7843475	-60.0750732	1735.0762939
2	GLOBAL	-981.6939697	9326.7763672	36.7867699	-117.6036911	-60.0750771	1481.5600586
3	GLOBAL	-981.6939697	9326.7763672	-36.7867775	117.6037827	60.0750504	1481.5601807
4	GLOBAL	-966.4072266	8894.5585938	-36.6768112	117.7842484	60.0750504	1735.0764160

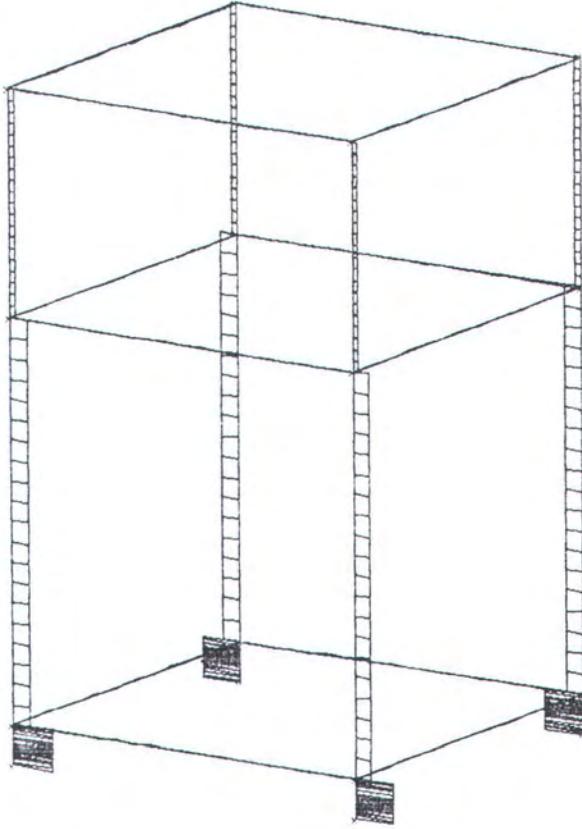


Diagram momen terhadap sb x

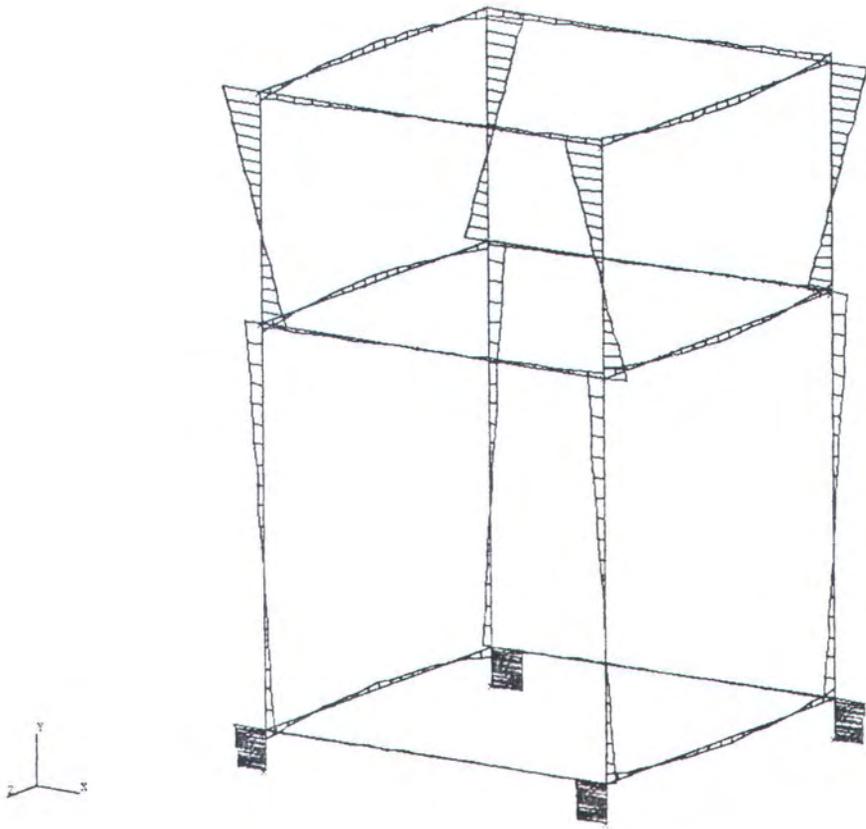


Diagram momen terhadap sb y

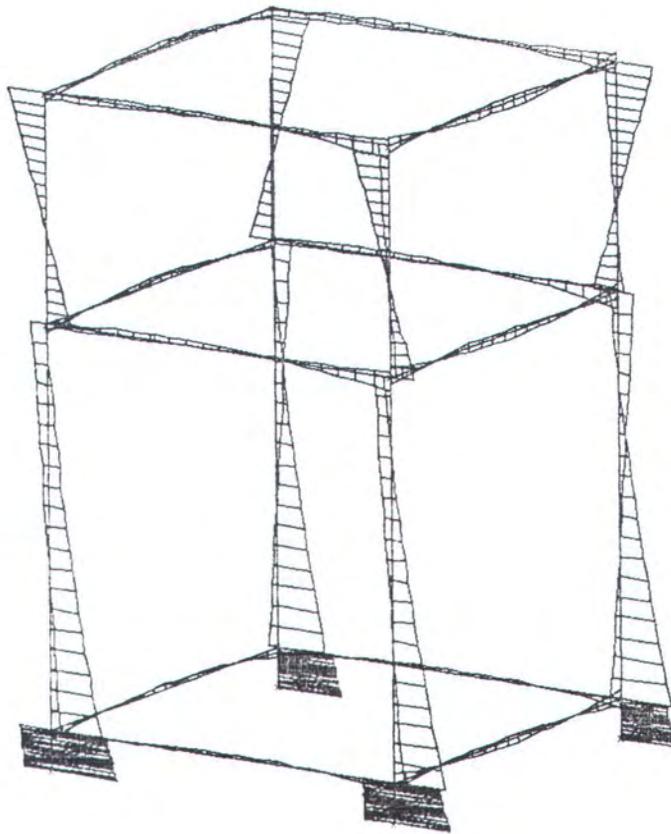
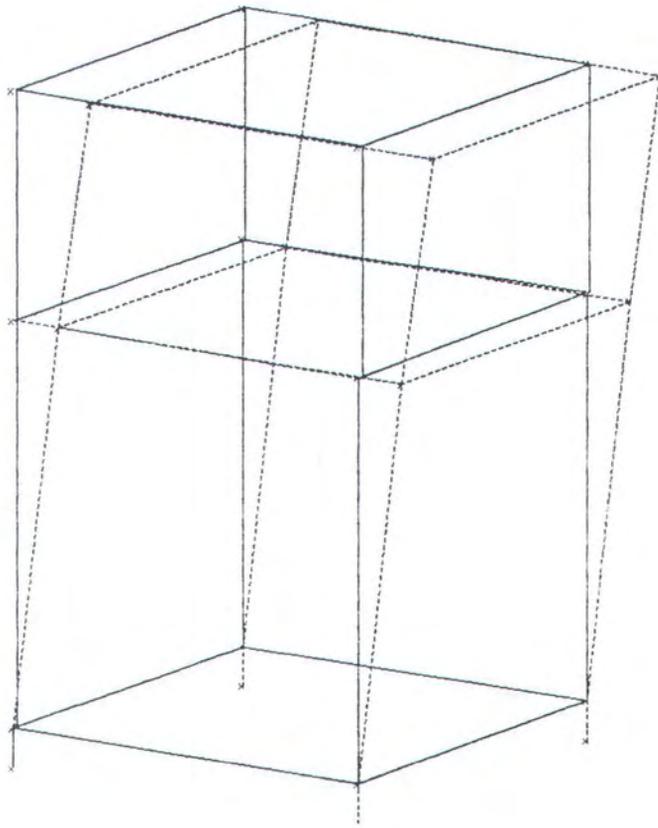


Diagram momen terhadap sb Z



Gambar defleksi struktur