

PERENCANAAN MODEL DESAIN KOLAM TAMBAK INTENSIF KABUPATEN PROBOLINGGO

Jadfan Sidqi Fidari¹, Maftuch², Mohammad Bisri¹

¹Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

e-mail : jadfan@ub.ac.id

ABSTRAK : Probolinggo merupakan salah satu wilayah dengan potensi budidaya perikanan yang cukup tinggi. Hasil produksi budidaya perikanan cukup tinggi ditunjang oleh beberapa faktor antara lain benih, kondisi topografi alam, kondisi hidrologis dan desain kawasan. Dengan menggunakan fasilitas pada Laboratorium Perikanan Air Payau dan Laut Probolinggo dengan lahan seluas 5285,29 m² dilakukan model perencanaan desain kolam dan manajemen air untuk produksi udang.

Metode yang dipergunakan adalah analisa hidrologi dan analisa kekuatan material timbunan terhadap model kolam yang dibuat. Model kolam yang dibuat terbagi menjadi 4 bagian, bagian pembenihan; pendederan; sirkulasi; dan ipal. Parameter yang dipergunakan sebagai dasar tingkat keberhasilan adalah besaran produksi dari budidaya.

Kata kunci : Kolam Ikan, Desain Model, Budidaya, Manajemen air

ABSTRACT : Probolinggo is one of the areas with high potential of fishery cultivation. The production of aquaculture is quite high supported by several factors such as seeds, natural topography conditions, hydrological conditions and regional design. By using the facilities at the Brackishwater and Marine Fisheries Laboratory of Probolinggo with a land area of 1.005 m² model of planning design ponds and water system for shrimp production.

The method used is the hydrological analysis and the material strength analysis of embankment on the pond model created. The pool model is divided into 4 parts, the seeding section; pendederan; circulation; and ipal. Parameters used as the basis of success rate is the production quantity of the cultivation..

Key words : Fishpond, Model Design, Cultivation, Water Management

Probolinggo merupakan daerah pesisir di wilayah Jawa Timur dengan potensi perikanan yang sangat besar. Komoditas perikanan merupakan komoditas dengan nilai ekonomi yang cukup tinggi. Potensi lain dari daerah probolinggo adalah pertambakan udang dengan jenis udang yang digunakan adalah Udang Vaname. Udang Vaname merupakan komoditas udang dengan tingkat budidaya dengan resiko yang cukup tinggi.

Tingginya faktor resiko pada tambak udang adalah sistem budidaya udang, disamping sistem budidaya, lokasi tambak dengan kondisi terbuka, tentunya menambah besar resiko sistem pertambakan disamping juga banyak

permasalahan yang terjadi pada lokasi. Permasalahan yang timbul dapat berupa penyakit, sosial-ekonomi, dan kondisi geografis lokasi studi.

Berdasarkan hal tersebut maka kajian ini berupaya untuk mengatur sirkulasi tata air tambak udang dan membuat ekosistem buatan untuk model pembiakan udang dengan metode intensif.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan metode yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi antara lain:

1. Bahan

Analisa yang dilakukan memerlukan data antara lain:

- a. Data pasang surut
- b. Peta topografi
- c. Layout jaringan
- d. Data kualitas air untuk udang
2. Metode
 - a. Survei



Gambar 1. Luasan Petakan Tambak Eksisiting
Sumber: Dokumentasi

Pada tahapan ini dilakukan survei untuk penentuan lokasi dan rencana awal untuk petakan tambak. Lokasi

berada di daerah Kota Probolinggo dengan koordinat $7^{\circ}44'30.03''S$ dan $113^{\circ}13'58.68''E$.

b. Analisa Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air untuk irigasi pertambakan berdasarkan yang diberikan oleh FAO dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut:

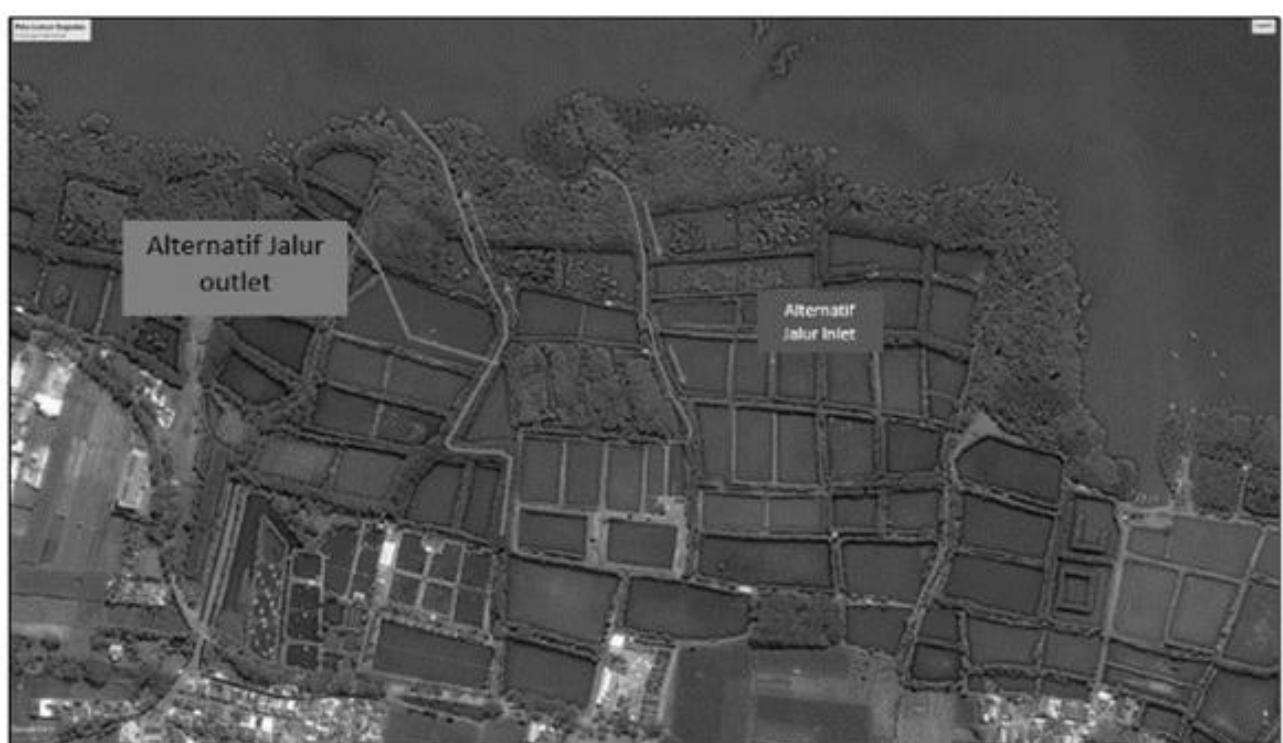
$$Q = \frac{a \cdot h}{t \cdot (1 - \% \text{kehilangan})} \cdot 100$$

Dimana:

Q = Kebutuhan debit (m^3/dt)
 t = Waktu yang diperlukan untuk pengisian kolam tambak (detik)
 h = Ketinggian untuk operasi (m)
 a = Luas kolam (m^2)

c. Analisa sirkulasi air

Sebagai perencanaan tahap awal maka dipilih alternatif *Inlet* dan *Outlet*. Jalu *Inlet* dipergunakan sebagai sumber air utama untuk komoditas udang, sedangkan jalur *outlet* merupakan bagian drainasi untuk pembuangan air dari kolam. Detail alternatif dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Alternatif pemilihan alternatif inlet dan Outlet
Sumber: GoogleEarth Image@2017 CNES/ Airbus

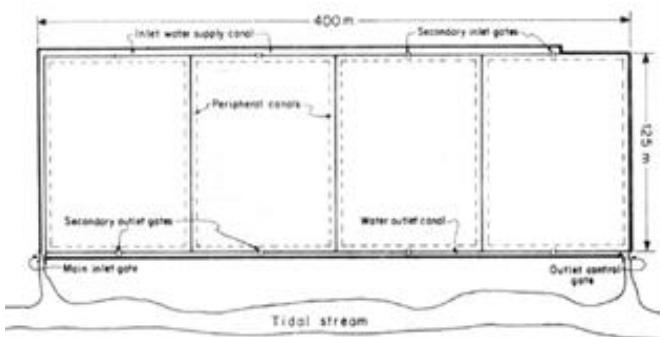


Gambar 3. Alternatif pemilihan alternatif inlet dan Outlet

Sumber: GoogleEarth Image@2017 CNES/ Airbus

d. Desain tanggul dan kolam

H. R. Rabanal (1983) dalam fisheries and Aquaculture FAO memberikan persyaratan untuk desain kolam pertambakan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Desain Petakan kolam untuk monoakuakultur

Sumber: H. R. Rabanal (1983) fisheries and Aquaculture, FAO

Dalam anjuran yang dipersyaratkan untuk budidaya udang, minimal dalam kawasan harus terdapat 4 bagian kolam; yaitu kolam untuk bagian pembenihan; pendederas; sirkulasi; dan ipal.

Dalam model ini air yang keluar dari kolam pertambakan harus memenuhi baku mutu air sungai pada bagian muara. konsentrasi zat organik terlarut dipersyaratkan seminimal mungkin agar tidak terjadi perubahan ekosistem di luar petakan pertambakan.

Desain tanggul yang nantinya digunakan sebagai pemisah (perimeter) antar kolam dan sebagai pembatas kolam dengan wilayah laut mengikuti ketentuan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Luasan dan Proporsi Pembagian Kolam tambak

No.	Keterangan	Kriteria Luasan Kolam
1	Kolam Aklamatisasi	4 - 8 m ²
2	Kolam Pembenihan	1% luasan
3	Kolam Transisi	10% luasan total
4	Kolam Produksi	80% luasan total
5	Kolam Permanen (dengan pintu)	1,5% luasan total
6	Kolam penumbuhan makanan	7% luasan total

Sumber: H. R. Rabanal (1983) fisheries and Aquaculture FAO

Tabel 2. Kriteria Desain Tanggul Kolam Tambak

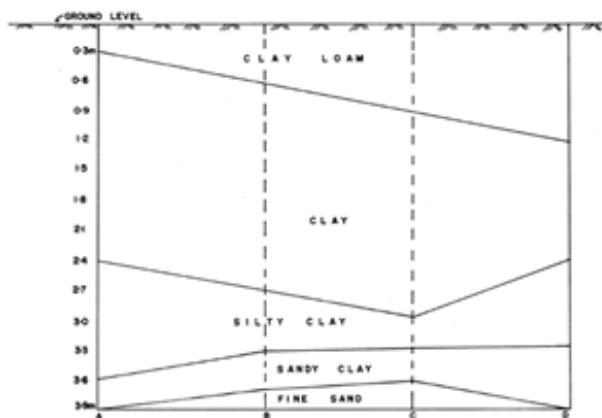
Construction height of dike (m)	Side slopes 1.5:1			Side slopes 2:1		
	Top width			Top width		
	1m	2m	3m	1m	2m	3m
0.5	0.8	1.3	1.8	1.0	1.5	2.0
1.0	2.5	3.5	4.5	3.0	4.0	5.0
1.5	5.0	6.5	8.0	6.0	7.5	9.0
2.0	8.0	10.0	12.0	10.0	12.0	14.0
2.5	12.0	14.5	17.0	15.0	17.5	20.0
3.0	16.5	19.5	22.5	21.0	24.0	27.0

Sumber: Cruz, C.R Dela (2015)

e. Perbandingan rasio luasan dengan tipe Kolam

Perbandingan untuk luasan dengan ketinggian air pada kolam mengikuti persyaratan yang dipersyaratkan oleh F.G. Ogbe (2005), kolam tambak dengan luasan 0,02 – 0,06 ha dengan kedalaman 1 – 1,5 m

Berdasarkan rasio perbandingan faktor yang diperhatikan adalah sebaran dan komposisi tanah urugan untuk tanggul dan perimeter kolam tambak. Sebaran dan komposisi tanggul kolam tambak dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Sebaran karakteristik tanah untuk dapat dipergunakan sebagai bahan tanggul dan perimeter kolam

Sumber: FAO, Fish Culture in Undrainable Ponds – A manual for extension pond (2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan didapatkan hasil bahwa ketinggian pasang surut pada daerah lokasi studi berkisar antara

2,5 – 3 meter. Contoh tabel fluktuasi pasang surut dapat dilihat pada tabel 3.

Pada awal perencanaan didapatkan dua buah alternatif pengambilan air untuk mengisi kolam tambak (Gambar 2 dan Gambar 3). Pada Alternatif 1 (Gambar 2) inlet merupakan saluran eksisting, pengirsian kolam dilakukan sesuai dengan pasang surut air laut secara normal, namun yang diatur hanya inlet dan outlet saja. Pada alternatif 2 (Gambar 3) pengambilan air langsung dari tengah laut dengan cara di bor kemudian untuk saluran pembawa menggunakan pipa untuk kemudian disalurkan ke kolam tambak.

Alternatif yang dipilih adalah alternatif 1 dengan penyesuaian ditambahkan perkuatan pada saluran outlet agar ketika pasang tidak menyebabkan bercampurnya inlet dan outlet. Berdasarkan data yang diperoleh disimulasikan pasang surut yang terjadi pada perairan di Selat Madura dari tahun 2010 – 2017 dan informasi dari laboran di UPT dinas Perikanan Kota Probolinggo, maka diambil suatu kesimpulan bahwa pasang tertinggi yang pernah terjadi adalah 3 meter. Perencanaan tanggul yang direncanakan harus aman terhadap pasang dengan ketinggian 3 meter.

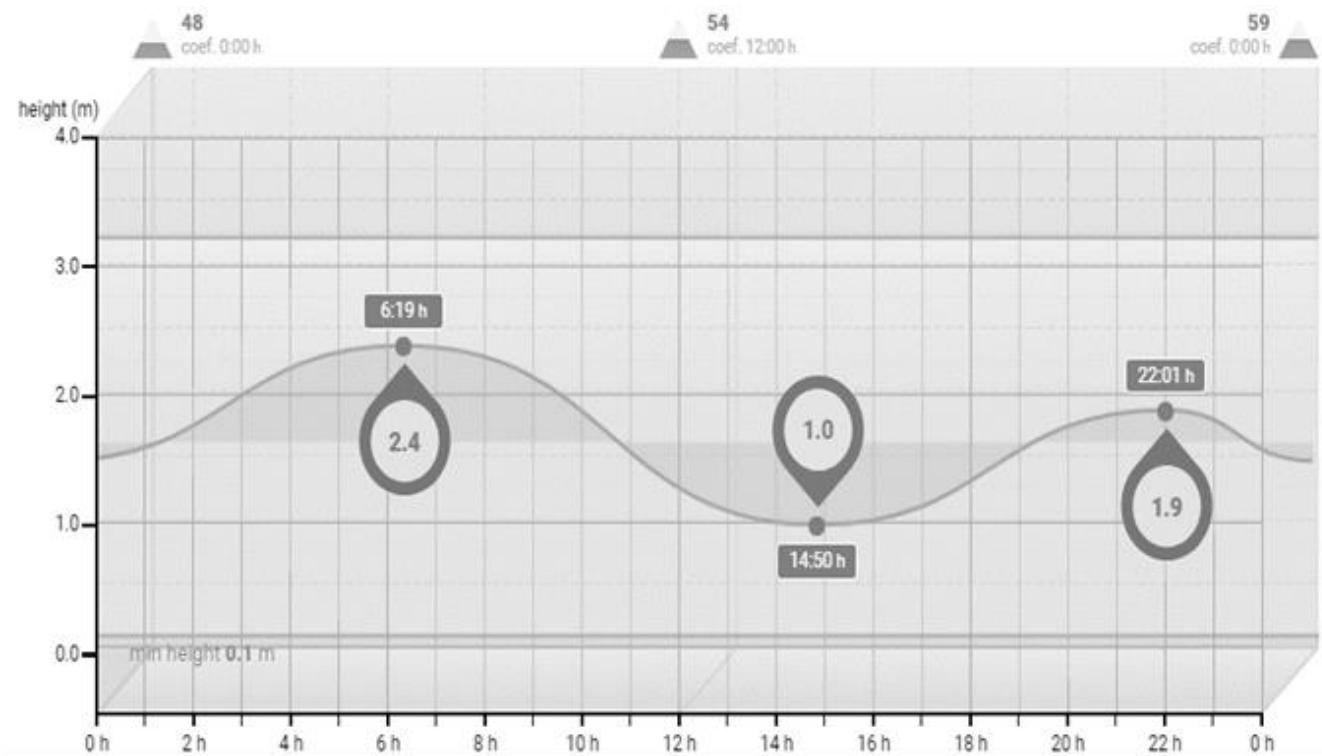
Pada pengamatan langsung dilapangan kisaran pasang surut adalah 3 m, dan pada saat survei ketinggian pasang naik 1,75 m. Pada stasiun dengan jarak 2 km dari pantai, kondisi air laut yang tercatat; Suhu air di permukaan berada pada 32°C dan pada titik 1 m dan 5 m seragam pada suhu 30°C . Nilai salinitas untuk semua titik adalah 30 ppt. Transparansi air 2 m dan warna airnya berwarna hijau. Kedalaman air di lokasi adalah 5 m.

Hasil pengamatan dan tabel pencatatan pasang surut yang telah diverifikasi, selanjutnya menjadi patokan dasar untuk perencanaan dasar kolam tambak. Pada tahapan awal bentuk kontur petakan kolam tambak pada daerah lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 6.

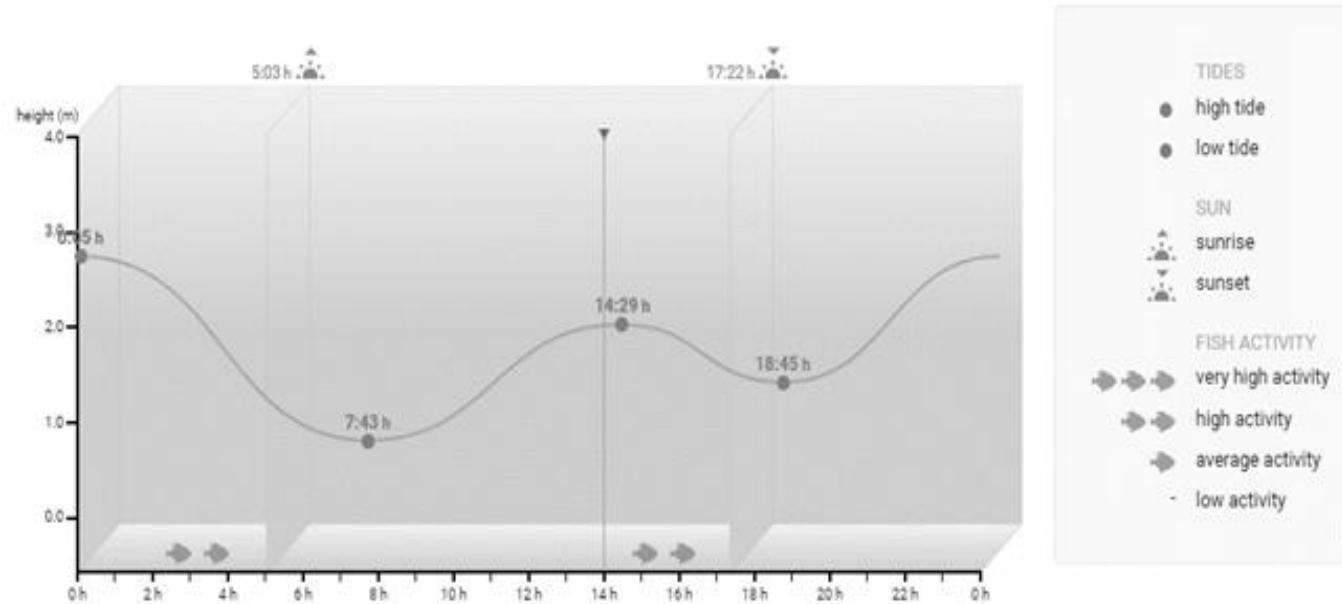
Berdasarkan hasil analisa untuk karakteristik tanah dan hasil pemeriksaan kondisi tanah yang ada pada lokasi studi maka dipilih beberapa kriteria untuk desain tanggul. Tanggul yang direncanakan terbagi menjadi; tanggul perimeter dan tanggul pemisah.

Tabel 3. Prediksi dan Kondisi pasang surut serta aktifitas solunar

DAY	MOON PHASE	SOLAR POSITION	TIDES FOR PASURUAN (MADURA STR)					SOLUNAR ACTIVITY
			1 st TIDE	2 nd TIDE	3 rd TIDE	4 th TIDE	COEFFICIENT	
1 Fri	Waxing Crescent	▲ 5:30 h ▼ 17:27 h	6:19 h ▲ 2.4 m	14:50 h ▼ 1.0 m	22:01 h ▲ 1.9 m		48	low
2 Sat	Waxing Crescent	▲ 5:29 h ▼ 17:27 h	1:02 h ▼ 1.5 m	7:22 h ▲ 2.5 m	15:26 h ▼ 0.9 m	22:16 h ▲ 2.0 m	59	average
3 Sun	Waxing Crescent	▲ 5:29 h ▼ 17:27 h	2:08 h ▼ 1.4 m	8:15 h ▲ 2.6 m	15:57 h ▼ 0.8 m	22:33 h ▲ 2.0 m	71	high
4 Mon	Waxing Crescent	▲ 5:28 h ▼ 17:27 h	2:57 h ▼ 1.3 m	9:01 h ▲ 2.7 m	16:26 h ▼ 0.7 m	22:54 h ▲ 2.1 m	81	high
5 Tue	Waxing Crescent	▲ 5:28 h ▼ 17:27 h	3:39 h ▼ 1.3 m	9:44 h ▲ 2.6 m	16:54 h ▼ 0.7 m	23:17 h ▲ 2.2 m	89	high
6 Wed	Waxing Crescent	▲ 5:27 h ▼ 17:27 h	4:20 h ▼ 1.2 m	10:24 h ▲ 2.6 m	17:23 h ▼ 0.7 m	23:42 h ▲ 2.3 m	95	very high
7 Thu	Waxing Crescent	▲ 5:26 h ▼ 17:27 h	5:00 h ▼ 1.1 m	11:05 h ▲ 2.8 m	17:52 h ▼ 0.8 m		97	very high
8 Fri	Waxing Crescent	▲ 5:26 h ▼ 17:26 h	0:08 h ▲ 2.4 m	5:42 h ▼ 1.1 m	11:47 h ▲ 2.8 m	18:21 h ▼ 0.8 m	96	very high
9 Sat	Waxing Crescent	▲ 5:25 h ▼ 17:26 h	0:36 h ▲ 2.5 m	6:26 h ▼ 1.0 m	12:31 h ▲ 2.7 m	18:52 h ▼ 0.9 m	91	very high
10 Sun	Waxing Crescent	▲ 5:25 h ▼ 17:26 h	1:03 h ▲ 2.5 m	7:15 h ▼ 1.0 m	13:20 h ▲ 2.5 m	19:23 h ▼ 1.1 m	82	high
11 Mon	Waxing Crescent	▲ 5:24 h ▼ 17:26 h	1:33 h ▲ 2.6 m	8:11 h ▼ 1.0 m	14:18 h ▲ 2.4 m	19:54 h ▼ 1.2 m	71	high
12 Tue	Waxing Crescent	▲ 5:24 h ▼ 17:26 h	2:05 h ▲ 2.6 m	9:18 h ▼ 1.0 m	15:33 h ▲ 2.2 m	20:28 h ▼ 1.3 m	59	average
13 Wed	Waxing Crescent	▲ 5:23 h ▼ 17:26 h	2:55 h ▲ 2.6 m	10:39 h ▼ 1.0 m	17:10 h ▲ 2.0 m	21:04 h ▼ 1.4 m	51	average
14 Thu	Waxing Crescent	▲ 5:23 h ▼ 17:25 h	4:07 h ▲ 2.6 m	12:10 h ▼ 0.9 m	18:57 h ▲ 2.0 m	21:53 h ▼ 1.5 m	51	average
15 Fri	Waxing Crescent	▲ 5:22 h ▼ 17:25 h	5:39 h ▲ 2.6 m	13:31 h ▼ 0.8 m	20:32 h ▲ 2.0 m	23:33 h ▼ 1.5 m	59	average
16 Sat	Waxing Crescent	▲ 5:21 h ▼ 17:25 h	7:01 h ▲ 2.7 m	14:32 h ▼ 0.7 m	21:29 h ▲ 2.1 m		71	high
17 Sun	Waxing Crescent	▲ 5:21 h ▼ 17:25 h	1:23 h ▼ 1.5 m	8:10 h ▲ 2.7 m	15:19 h ▼ 0.7 m	22:06 h ▲ 2.1 m	83	high
18 Mon	Waxing Crescent	▲ 5:20 h ▼ 17:25 h	2:34 h ▼ 1.4 m	9:09 h ▲ 2.8 m	15:59 h ▼ 0.7 m	22:36 h ▲ 2.2 m	92	very high
19 Tue	Waxing Crescent	▲ 5:20 h ▼ 17:25 h	3:29 h ▼ 1.3 m	10:01 h ▲ 2.6 m	16:35 h ▼ 0.7 m	23:04 h ▲ 2.3 m	98	very high
20 Wed	Waxing Crescent	▲ 5:19 h ▼ 17:25 h	4:17 h ▼ 1.2 m	10:48 h ▲ 2.8 m	17:09 h ▼ 0.8 m	23:29 h ▲ 2.4 m	99	very high
21 Thu	Waxing Crescent	▲ 5:19 h ▼ 17:24 h	5:01 h ▼ 1.1 m	11:31 h ▲ 2.7 m	17:41 h ▼ 0.9 m	23:53 h ▲ 2.5 m	96	very high
22 Fri	Waxing Crescent	▲ 5:18 h ▼ 17:24 h	5:44 h ▼ 1.0 m	12:13 h ▲ 2.6 m	18:12 h ▼ 1.0 m		89	high
23 Sat	Waxing Crescent	▲ 5:17 h ▼ 17:24 h	0:14 h ▲ 2.5 m	6:27 h ▼ 1.0 m	12:54 h ▲ 2.5 m	18:42 h ▼ 1.1 m	80	high
24 Sun	Waxing Crescent	▲ 5:17 h ▼ 17:24 h	0:34 h ▲ 2.6 m	7:11 h ▼ 1.1 m	13:37 h ▲ 2.4 m	19:10 h ▼ 1.2 m	70	high
25 Mon	Waxing Crescent	▲ 5:16 h ▼ 17:24 h	0:55 h ▲ 2.6 m	7:56 h ▼ 1.1 m	14:27 h ▲ 2.2 m	19:35 h ▼ 1.4 m	58	average
26 Tue	Waxing Crescent	▲ 5:16 h ▼ 17:24 h	1:19 h ▲ 2.6 m	8:52 h ▼ 1.2 m	15:32 h ▲ 2.1 m	19:56 h ▼ 1.5 m	46	low
27 Wed	Waxing Crescent	▲ 5:15 h ▼ 17:24 h	1:49 h ▲ 2.6 m	10:00 h ▼ 1.2 m	17:06 h ▲ 2.0 m	20:06 h ▼ 1.5 m	37	low
28 Thu	Waxing Crescent	▲ 5:15 h ▼ 17:23 h	2:31 h ▲ 2.5 m	11:33 h ▼ 1.2 m			33	low
29 Fri	Waxing Crescent	▲ 5:14 h ▼ 17:23 h	3:35 h ▲ 2.5 m	13:03 h ▼ 1.1 m			36	low
30 Sat	Waxing Crescent	▲ 5:14 h ▼ 17:23 h	5:12 h ▲ 2.4 m	14:02 h ▼ 1.0 m	21:44 h ▲ 2.1 m		46	low

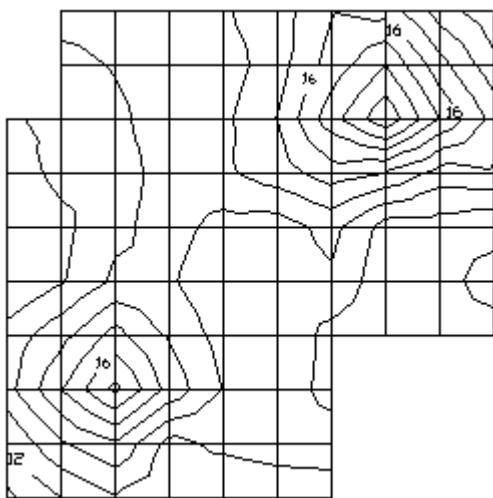


Gambar 6. Grafik Fluktuasi Pasang Surut untuk Perencanaan Tangkul Kolam

Sumber: http://www.tides4fishing.com/as/west-indonesia/kalianget-madura-island#/tide_table

Gambar 7. Perhitungan yang dipergunakan untuk desain tangkul

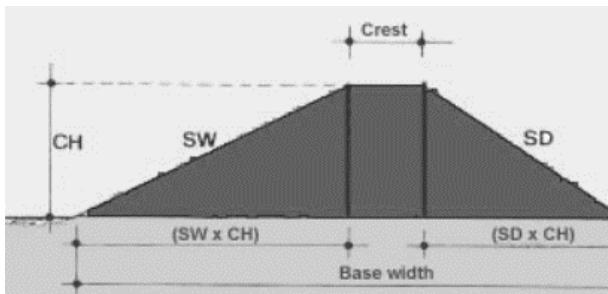
Sumber: http://www.tides4fishing.com/as/west-indonesia/kalianget-madura-island#/tide_table



Gambar 8. Hasil pemetaan dan pengukuran petakan tambak

Sumber: Pengukuran Lapangan

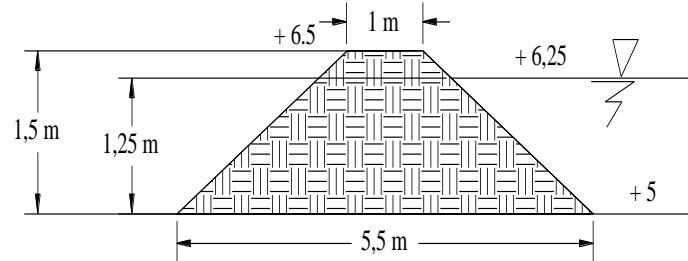
Menurut Sugianto (2009) semakin landai suatu konstruksi maka akan didapatkan tanggul dan kolam yang cukup stabil saat pasang tertinggi. Kondisi tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap volume timbunan tanah untuk tanggul yang semakin besar. Tanggul optimum dipilih untuk memberikan jalan tengah terhadap volume timbunan dan kekuatan serta keamanan terhadap pasang surut air laut.



Gambar 9. Perhitungan yang dipergunakan untuk desain tanggul

Sumber: Yo, Kyung H. And Claude E. Boyd (1994)

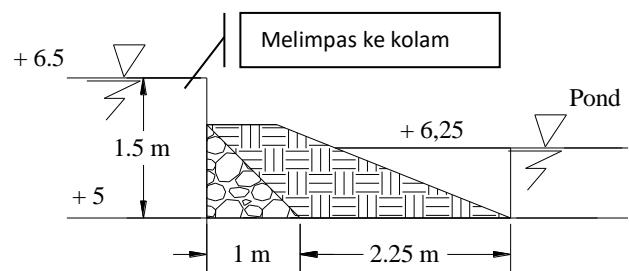
Untuk desain tanggul pematang yang dipergunakan dapat dilihat pada Gambar 10.



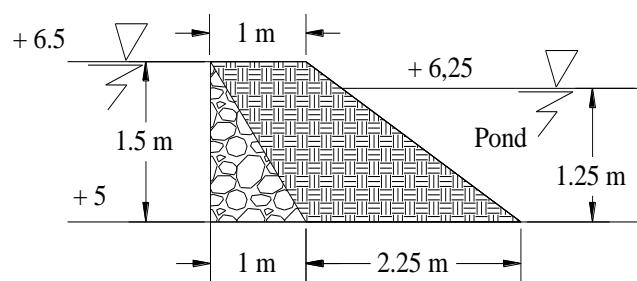
Gambar 10. Hasil analisa tanggul pematang tambak Probolinggo

Sumber: Analisa

Desain untuk tanggul perimeter (pelindung dari pasang surut untuk kolam tambak) dapat dilihat pada Gambar 11.



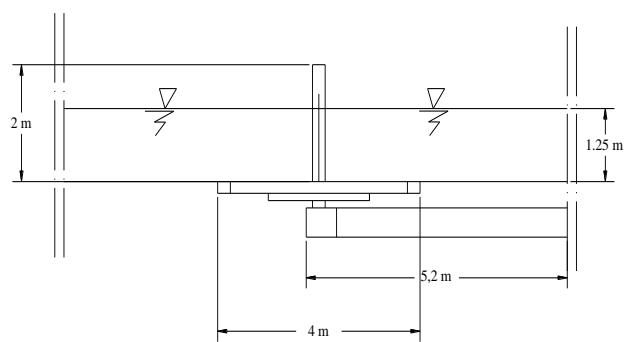
Gambar 11. Kondisi Eksisting Tanggul Perimeter saat pasang tinggi tertinggi



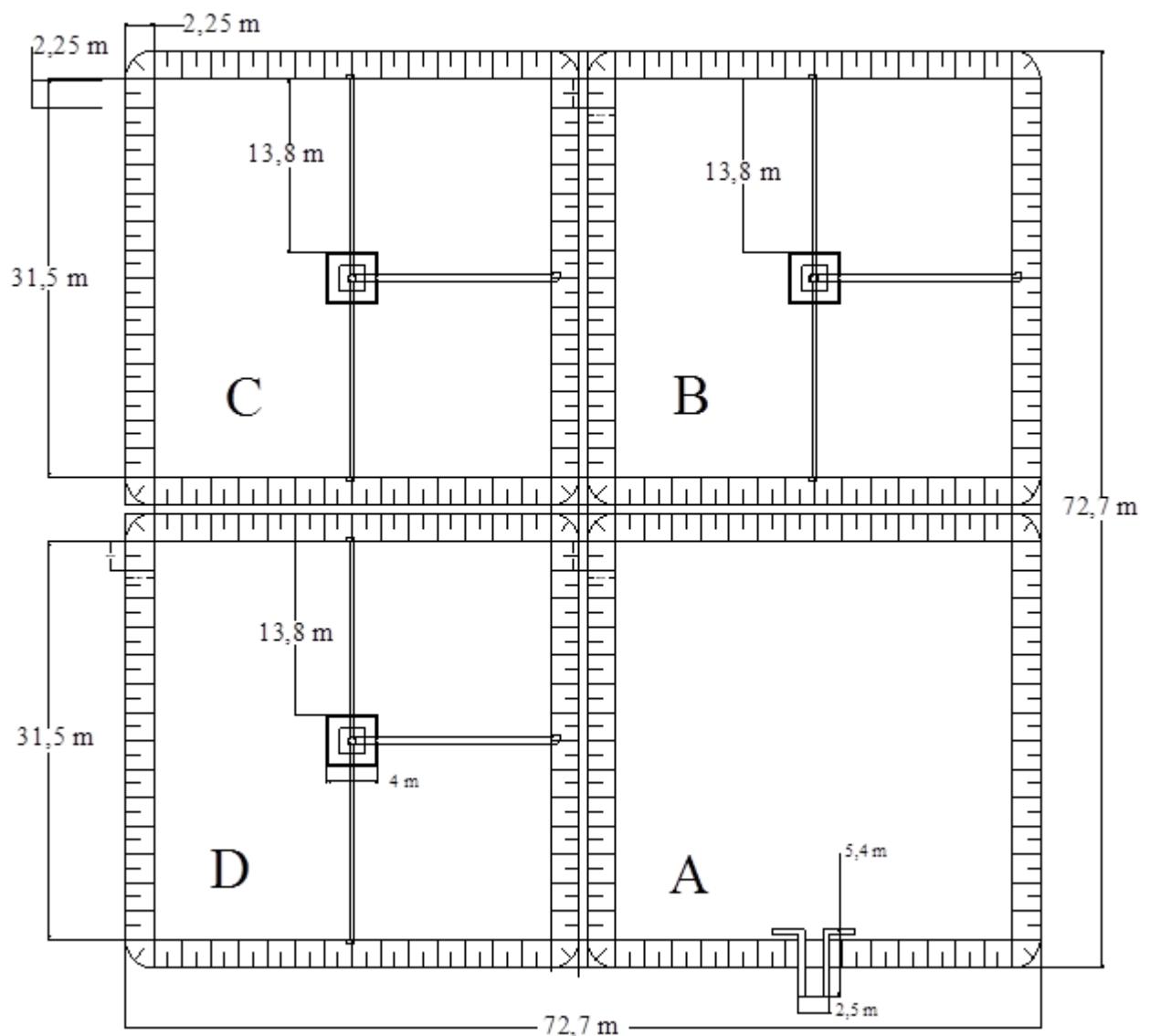
Gambar 12. Hasil analisa tanggul perimeter tambak Probolinggo saat pasang tinggi tertinggi (dengan tinggi jagaan 0,3 m)

Sumber: Analisa

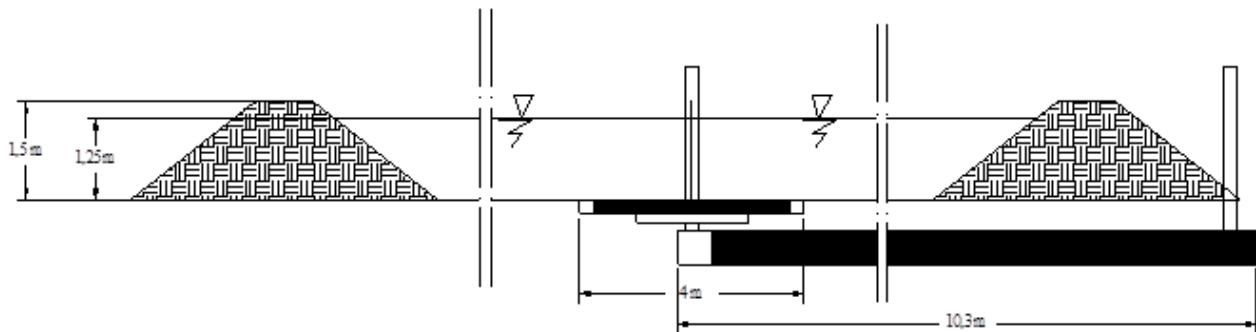
Sebagai air pembuangan kolam tambak pada tahap 1, digunakan sistem pembuangan dengan memanfaatkan sistem *under-drain*. Konsep *under-drain* adalah sistem pembuangan air kolam dengan penggantian air pada lapisan paling bawah kolam, sehingga kondisi penyinaran dan turbulensi aliran bisa diminimalisir. Pemilihan desain tersebut dimaksudkan agar udang lebih nyaman pada kondisi tersebut.



Gambar 13. Hasil analisa tanggul perimter tambak Probolinggo



Gambar 14. Pembagian Petakan Kolam Tambak
Sumber: Analisa



Gambar 15. Potongan Melintang Kolam Tambak

Sumber: Analisa

Untuk pasang tinggi tertinggi rata-rata (3 m) kondisi sudah dapat dimasukkan dalam kategori aman. Sedangkan untuk pasang tertinggi harian (setinggi 2,5 m) masih aman. Pembagian petakan kolam tambak menjadi 4 bagian kolam dengan luasan sebesar 31,5 m x

31,5 m, sehingga pada luasan tambak keseluruhan menjadi seluas $5285,29 \text{ m}^2$.

Pembagian petakan kolam tambak dapat dilihat pada Gambar 14, untuk potongan melintang dapat dilihat pada Gambar 15.

Tabel 4. Kriteria Desain Tanggul Kolam Tambak

No.	Keterangan	Kriteria Luasan Kolam	Luasan Desain (m^2)	Kode Kolam
1	Kolam Aklamatisasi	$4 - 8 \text{ m}^2$	8,000	
2	Kolam Pemberian	1% luasan	52,853	B
3	Kolam Transisi	10% luasan total	528,529	C
4	Kolam Produksi	80% luasan total	4246,658	D
5	Kolam Permanen (dengan pintu)	1,5% luasan total	79,279	A
6	Kolam penumbuhan makanan	7% m^2	369,970	
		Total	5285,29	

Sumber: Analisa

Berdasarkan pembagian kolam maka luasan pembagian diatur sesuai dengan Tabel 4.

KESIMPULAN

Desain kolam untuk irigasi tambak udang terbuka dengan melibatkan pasang surut memberikan tantangan tersendiri, hal ini dikarenakan dengan adanya intervensi pasang surut yang terjadi kemungkinan gangguan

untuk komoditas udang sangat besar. Pada model kolam direncanakan dimodifikasi untuk tanggul perimeter (tanggul pelindung) dengan tinggi setinggi 0,5 m. Dengan melihat tren data pasang surut yang terjadi penambahan setinggi 0,5 m dirasa sudah sesuai. Secara umum pasang tertinggi setinggi 2,5 m, untuk tingkat keamanan maka dipergunakan pasang tertinggi setinggi 3 m untuk faktor keamanan

agar pasang tertinggi tidak melimpas masuk ke dalam kolam.

Untuk kebutuhan irigasi tambak diperlukan desain petakan tambak yang sesuai khususnya untuk budidaya udang, pada luasan paling besar adalah yang dipergunakan untuk kolam produksi, hal ini disebabkan karena hampir semua udang berada pada kolam ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anh Lam Nguyen, Minh Hoang Truong, Johan AJ Verreth, Rik Leemans, Roel H Bosma and Sena S De Silva. Exploring the climate change concerns of striped catfish producers in the Mekong Delta, Vietnam. SpringerPlus: 2015.

Anh Lam Nguyen, Minh Hoang Truong, Johan AJ Verreth, Rik Leemans, Roel H Bosma and Sena S De Silva. Simulated Impacts of Climate Change on Current Farming Locations of Striped Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*; Sauvage) in the Mekong Delta, Vietnam. Springer: 2014.

Cruz, C.R Dela. Fishpond Engineering: A Technical Manual For Small and Mediumscale Coastal Fish Farms In Southeast Asia. FAO 2015.

Kim T. Tran-Ngoc a,c, Johan W. Schrama a, Mai T.T. Le a, Thinh H. Nguyen c, Arjen J. Roem a,b, Johan A.J Verreth. Salinity and diet composition affect digestibility and intestinal morphology in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Elsevier: 2016
https://www.researchgate.net/publication/311358646_Salinity_and_diet_composition_affect_digestibility_and_intestinal_morphology_in_Nile_tilapia_Oreochromis_niloticus

Sugianto, Denny Nugroho. Kajian Kondisi Hidrodinamika (Pasang Surut, Arus, Dan Gelombang) di Perairan Grati Pasuruan, Jawa Timur. UNDIP : Semarang 2009.

Ogbe, F.G., Taicvva K.T., Adegoye M.S. And Akoh I.L. The Hydrology Of A Small Fish Pond At The University Of Agriculture, Makurdi Experimental Fish Farm. Benue State. 2005

Yo, Kyung H. And Claude E. Boyd. Hydrology and Water Supply for Pond Aquaculture. Springer Science+Business Media Dordrecht: 1994.