

KONSTRUKSI JETTY MEDIUM SEBAGAI ALTERNATIP UNTUK PERBAIKAN MUARA SUNGAI TIPAR

Nur Yuwono *)

ABSTRACT

At present, Tipar rivermouth is in unstable condition. The mouth often move from one area to another, and it is often disturbed by sand spits that close the mouth during dry season. This condition reduces the capacity of the river and consequently causes flooding in the low area during the early wet season. To alleviate that problems several studies have been conducted, and the measures have been proposed. Due to a shortage of funding, the proposed design need to be reviewed and an alternative design has to be proposed. The alternative design should match the objective of the project in term of functionally as well as structural stability. This paper discussed and reviewed the proposed design and suggested a new alternative to meet the objectives of the project.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Tipar mempunyai daerah aliran sungai seluas 223 km² Sungai ini bermuara di Samudra Indonesia di teluk yang terletak antara kota Cilacap dan Bukit Karangbolong, kira-kira berada 6 km sebelah Timur muara sungai Serayu dan 20 km sebelah Barat muara sungai Ijo.

Kondisi muara sungai Tipar saat dilakukan studi tidak stabil dan sering berpindah, disamping itu muara sering tertutup pasir. Kondisi muara seperti ini menyebabkan aliran air sungai terutama pada saat banjir tidak lancar dan menyebabkan genangan di bagian hulu (up-stream). Apabila dibandingkan dengan dua sungai yang berada disekitarnya (Ijo dan Serayu), muara sungai Tipar adalah yang terjelek kondisinya. Keadaan ini terutama disebabkan karena debit sungai Tipar adalah sangat kecil. Pada saat musim kemarau dapat dikatakan tidak ada aliran dari hulu sungai.

Dalam rangka perbaikan muara Tipar tersebut telah dilakukan beberapa studi terdahulu diantaranya adalah:

- Tahun 1989, BCOM bersama PT Metana dan PT Soilens (studi tahap I) telah melakukan studi kelayakan
- Studi tersebut diatas dilanjutkan ke studi Tahap II (oleh tim yang sama) yang meliputi pengendalian banjir dan drainase DAS Tipar.
- Tahun 1993, BCEOM melakukan studi perbaikan muara sungai Tipar dengan pembangunan jetty.

Namun hasil studi tersebut di atas masih dirasa terlalu mahal oleh pemberi tugas dalam hal ini Pemerintah Indonesia, Cq Ditjend Irigasi I. Berdasar-

kan hal tersebut di atas ditunjuklah Laboratorium Hidraulik dan Hidrologi, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik (PAU IT) Universitas Gadjah Mada untuk melakukan evaluasi dan studi alternatif perbaikan muara sungai Tipar.

Maksud dan Tujuan Studi

Evaluasi terhadap perencanaan perbaikan muara sungai Tipar terdahulu untuk mendapatkan alternatif desain yang cukup memadai, baik ditinjau dari fungsi bangunan maupun biayanya.

PENGEMBANGAN DAERAH ALIRAN SUNGAI TIPAR

Karakteristik Daerah Aliran Sungai

Karakteristik daerah aliran sungai Tipar adalah sebagai berikut ini.

- Luas DAS
 - Total : 223 km²
 - Daerah pegunungan : 40 km²
 - Daerah dataran : 183 km²
- Landai dasar sungai
 - Daerah pegunungan : > 20 m/km
 - Alluvial fans : 0,4 sd 20 m/km
 - Dataran rendah : < 0,4 m/km
- Debit Sungai
 - Debit rerata tahunan : 380 10⁶ m³, atau (mean annual river discharge) 53,3 l/det/km²
- Kapasitas alur sungai maksimum (alami)
 - Pada saat surut : 110 m³/det
 - Pada saat pasang : 50 m³/det

Pengembangan Daerah Irigasi

Daerah aliran sungai Tipar hilir merupakan

*) Dr Ir Nur Yuwono, Dip.HE., Pusat Antar Universitas IT UGM

daerah yang sangat potensial untuk daerah persawahan. Daerah ini mendapatkan irigasi dari stasiun pompa Gambarsari. Proyek Irigasi Serayu-Gambarsari, bermaksud untuk mengembangkan daerah irigasi di lokasi yang saat ini sering terjadi banjir. Program pengembangan daerah irigasi tersebut dapat dilihat pada gambar 1. Untuk keperluan pengembangan daerah irigasi tersebut telah dilakukan studi dan perencanaan sistem drainasi di daerah aliran sungai Tipar secara menyeluruh (BCEOM, 1993). Salah satu program dari pembangunan sistem drainasi tersebut adalah perbaikan muara Tipar. Dengan adanya perbaikan muara ini diharapkan agar supaya muara sungai mampu mengalirkan air banjir dan tidak berpindah-pindah.

Perbaikan Muara Sungai Tipar

Studi dan perencanaan perbaikan muara sungai sudah dilakukan dua kali yaitu: tahun 1988/1989 - pra-desain dan tahun 1992/1993 - detail desain. Berdasar-kan ke dua studi tersebut perbaikan muara sungai pada prinsipnya dilakukan dengan cara:

- perbaikan alur sungai
- pembuatan tanggul sungai, dan
- pembuatan bangunan jetty (kanan-kiri muara sungai).

Detail design perbaikan muara sungai Tipar tersebut sangat berbeda terhadap *pra-design*-nya, terutama yang menyangkut posisi dan panjang jetty (lihat tabel 1). Perubahan ini terutama disebabkan karena *detail design* didasarkan pada hasil pengukuran dan pencatatan data hidro-oseanografi oleh PUSLIT-BANG AIR yang terbaru (yang hasilnya berbeda dengan pengukuran terdahulu). Perbedaan yang cukup signifikan ini menyebabkan pihak direksi ragu-ragu, apalagi dana pembangunan yang diusulkan sangat besar.

Tabel 1 Modifikasi perencanaan jetty

No.	Item	Jetty tahun 92/93		Jetty tahun 88/89	
		Jetty Barat	Jetty Timur	Jetty Barat	Jetty Timur
1	Panjang Jetty	220 m	150 m	150 m	300 m
2	Lapis Lindung ujung jetty	12 ton	8 ton	1 - 3 ton	10 - 12 ton
3	Lebar Alur	100 m		100 m	

DATA HIDRO-OSEANOGRAFI

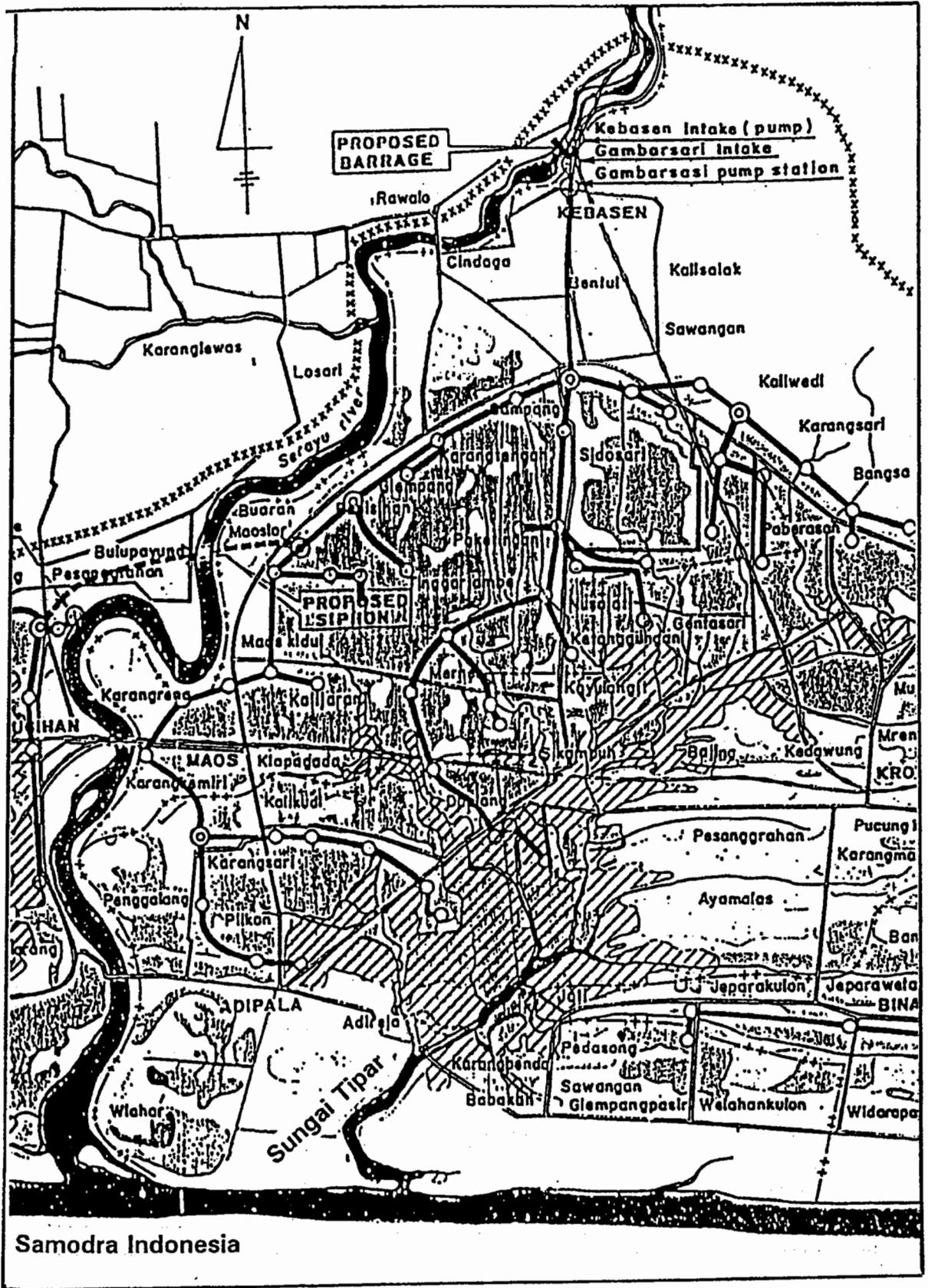
Gelombang

Pengukuran tinggi gelombang pernah dilakukan dua kali yaitu pada tahun 1989 dan tahun 1992, oleh PUSLITBANG AIR. Pengukuran tinggi gelombang pada tahun 1989 hanya dilakukan selama 4,5 bulan, sedangkan pada tahun 1992 dilakukan selama satu tahun penuh (Maret 1992 sampai dengan Februari 1993). Hasil analisis data gelombang tersebut dapat dilihat pada tabel 2, dengan distribusi arah gelombang adalah sebagai berikut: dari arah Tenggara 12,39 %, arah Selatan 65,79 % dan arah Barat Daya 21,82 %. Dari hasil analisis gelombang didapatkan $(H_s)_{5th} = 3,8$ m, $(H_s)_{10th} = 4,1$ m, dan $(H_s)_{20th} = 4,5$ m.

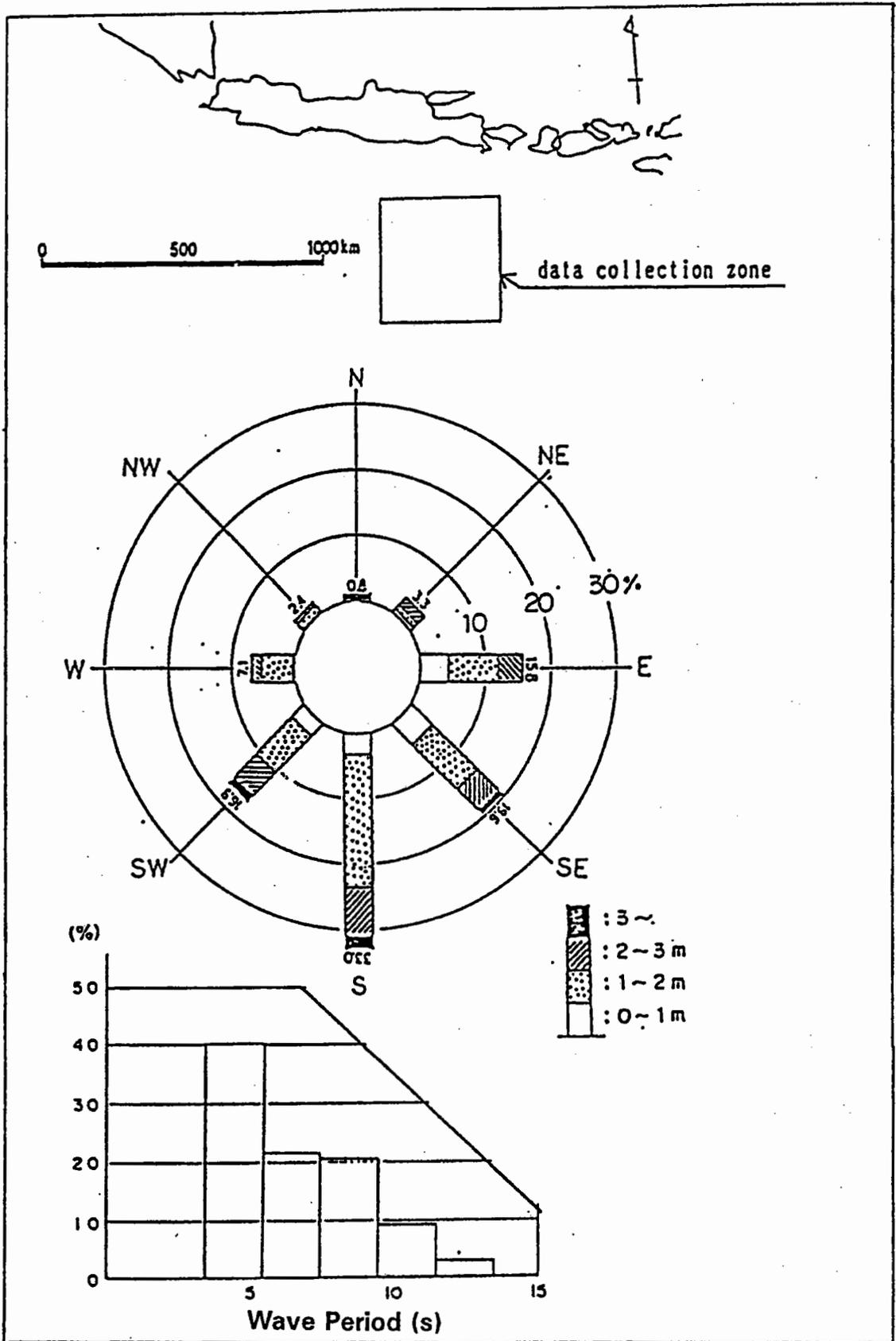
Tabel 2. Data frekuensi gelombang

Tinggi Gelombang H (m)	Frekuensi (%)	
	1989 (4,5 bln)	1992 (12 bln)
0,0 < 0,5	7,16	18,41
0,5 < 1,0	41,90	44,78
1,0 < 1,5	29,70	33,00
1,5 < 2,0	14,08	3,20
2,0 < 2,5	4,08	0,10
2,5 < 3,0	1,68	0,01
3,0 < 3,5	0,40	-
> 3,5	0,20	-

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan JICA (1989) pada pekerjaan pengamanan daerah pantai Bali, didapatkan data gelombang laut dalam dengan lokasi di sebelah Selatan pulau Jawa seperti yang tertera pada mawar gelombang yang terdapat pada gambar 2. Data gelombang tersebut didapatkan dari "The US Navy Marine Climate Atlas of The World Vol. 3 Indian Ocean (1976). Mawar gelombang tersebut dibuat berdasarkan data gelombang yang dikumpulkan selama 120 tahun. Dari Mawar gelombang ini terlihat bahwa gelombang yang berasal dari arah Tenggara sebesar 19,50 %, dan yang berasal dari Barat Daya sebesar 16,9 %. Data ini menunjukkan bahwa gelombang dari kedua arah tersebut seimbang, dan hal ini agak berbeda dengan hasil pengukuran yang dilakukan oleh PUSLITBANG AIR pada tahun 1992/1993.



Gambar 1. Peta Pengembangan Daerah Irigasi Daerah Aliran Sungai Tipar



Gambar 2. Mawar Gelombang, Perairan Selatan Pulau Jawa (JICA, 1989)

Dalam rangka pembangunan pelabuhan Pulau Baai - Bengkulu, NEDECO melakukan studi gelombang dalam bukunya "Deep water wave climate study, Bengkulu, Indonesia, yang disarikan pada laporan "Pulau Baai Harbour Project - Hydraulic Engineer-ing Aspect", NEDECO, 1982). Dalam buku tersebut diuraikan keadaan gelombang disebelah Selatan - Barat Daya kota Bengkulu, diantaranya adalah: gelombang besar berasal dari arah Tenggara (150°) dan tinggi gelombang signifikan (H_s) dengan periode ulang 20 tahun pada kedalaman 19 m adalah 4 m, dengan periode gelombang $T = 15$ det.

Pasang Surut

Pelaksanaan pengukuran pasang surut dilakukan oleh PUSLITBANG AIR, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, dengan hasil sebagai berikut: $HWS = +2,20$ m, $MSL = +1,10$ m, $LWS = +0,00$ m. Sedangkan konstanta pasang surut utama di sekitar muara sungai Tipar adalah: $M_2 = 0,424$ m, $S_2 = 0,209$ m, $K_1 = 0,163$ m, $O_1 = 0,130$ m.

Arus

Kecepatan arus sejajar pantai ("longshore current) di daerah "surf zone", berdasarkan hasil pengukuran pada saat angin barat ataupun angin timur berkisar antara 1,0 sampai dengan 1,5 m/det. Arus sejajar pantai inilah yang diperkirakan penyebab utama penutupan muara sungai Tipar, terutama pada saat musim kemarau.

SEDIMEN DAN PERMASALAHAN PENUTUPAN MUARA

Sedimen Sungai

Sedimen yang terdapat di sekitar muara sungai Tipar, berwarna kehitaman dengan ukuran $d_{50} = 0,20$ mm, rapat massa 2600 kg/m^3 . Muara sungai Tipar berada di wilayah penambangan pasir besi antara sungai Serayu dan sungai Ijo. Pada saat musim kering, dimana debit sungai mendekati nol, sungai tidak membawa sedimen. Sedangkan ukuran sedimen (d_{50}) di sepanjang alur sungai, berkisar antara 0,10 sd 0,20 mm.

Sedimen Pantai

Karakteristik sedimen di sekitar muara, dari hasil penelitian (BCEOM, 1993) dapat dijelaskan sebagai berikut:

kedalaman	: 0,00 m	-2,00 m	-15,00 m
diameter pasir, d_{50}			
musim kering	: 0,23 mm	0,21 mm	0,10 mm
musim hujan	: 0,20 mm	0,11 mm	0,07 mm

Berdasarkan perhitungan sedimen transport oleh konsultan BCEOM (1993), yang didasarkan pada hasil pengukuran gelombang tahun 1992/1993 oleh PUSLITBANG AIR maka didapatkan angkutan sedimen Timur ke Barat sebesar $70.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$, dan Barat ke Timur sebesar $150.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$, atau dengan angkutan sedimen netto sebesar $80.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$ arah ke Timur.

Hasil perhitungan tersebut diatas apabila dikaji dengan data gelombang dari JICA (1989) ataupun data gelombang dari NEDECO (1982) menunjukkan adanya ketidak sesuaian, karena kedua data tersebut di atas menunjukkan bahwa angkutan sedimen pada ke dua arah relatif seimbang. Berdasarkan pertimbangan ini maka perhitungan angkutan sedimen oleh BCEOM tersebut di atas (yang hanya didasarkan pada data satu tahun), keandalannya masih dapat dipertanyakan.

Penutupan Muara oleh Sedimen

Penutupan muara sungai Tipar terutama terjadi pada saat musim kemarau, dimana debit sungai mendekati nol. Untuk mengetahui stabilitas muara sungai Tipar maka akan ditinjau berdasarkan rasio antara volume gerakan air dan angkutan sedimen di pantai dengan menggunakan rumus:

$$N = V/S \quad (1)$$

dengan: N = angka stabilitas inlet,

> 150 : stabilitas inlet bagus

$100 - 150$: stabilitas inlet sedang/bagus

$50 - 100$: stabilitas inlet jelek/sedang

< 50 : stabilitas inlet jelek

V = volume gerakan air ("tidal prism")

S = angkutan sedimen sejajar pantai

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan didapatkan

a. "tidal prism"

pada saat pasang : $V = 1,75 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

pada saat surut : $V = 0,90 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

rerata : $V = 1,33 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

b. Sedimen transport (berdasarkan BCEOM, 1993)

arah ke timur : $S = 150.000 \text{ m}^3$ (musim penghujan)

arah ke barat : $S = 70.000 \text{ m}^3$ (musim kemarau)

Mengingat pada saat musim penghujan, muara sungai dikontrol oleh debit sungai (bukan pasang surut), maka angkutan sedimen yang diperhitungkan untuk evaluasi hanyalah angkutan sedimen pada saat musim kemarau saja.

Berdasarkan data tersebut diatas nilai N dari muara sungai Tipar dapat ditentukan:

$$N = 1.330.000/70.000 = \pm 19 \ll 150$$

Dengan didapatkannya nilai N jauh dibawah 150 maka dapat disimpulkan muara sungai Tipar termasuk sungai yang tidak stabil. Agar supaya muara sungai Tipar dapat menyalurkan air banjir pada awal musim hujan perlu adanya langkah-langkah perbaikan muara.

ALTERNATIP PERBAIKAN MUARA TIPAR

Konsep Perbaikan Muara

Pada suatu sungai yang debitnya kecil (terutama pada musim kering), apabila sungai tersebut bermuara pada suatu pantai yang mempunyai angkutan sedimen cukup besar biasanya muara tersebut akan mengalami permasalahan. Permasalahan tersebut diantaranya adalah:

- a. penyumbatan atau penutupan muara oleh sedimen pantai, dan
- b. muara sungai cenderung berpindah-pindah.

Ada tiga cara untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas, yaitu:

1. Penstabilan debit pada besaran tertentu (cukup besar) sepanjang tahun, sehingga pendangkalan di muara sungai tidak sempat terjadi. Namun cara ini sangat sulit dilakukan, terutama pada saat kemarau dimana debit sungai pada waktu itu adalah mendekati nol.
2. Pengerukan muara sungai pada saat awal musim hujan, sehingga penutupan yang terjadi di muara sungai dapat terbuka dan debit banjir awal musim hujan dapat tersalurkan ke laut tanpa menimbulkan banjir atau genangan air di daerah persawahan/permukiman. Kelemahan cara ini adalah kegiatan pengerukan harus dikerjakan tiap tahun dan karena debit banjir awal musim hujan belum stabil, pengerukan perlu dilakukan beberapa kali.
3. Pembuatan jetty kanan-kiri muara sungai sehingga angkutan sedimen sepanjang pantai dapat tertahan atau terdefleksi ke arah laut sehingga pendangkalan di muara sungai dapat dikurangi. Dengan adanya jetty, muara sungai diharapkan tidak berpindah-pindah lagi. Pemakaian jetty pada satu sisi tidak disarankan disini karena angkutan sedimen berlangsung dari dua arah.

Untuk kondisi muara sungai Tipar, cara ketiga dianggap yang paling baik mengingat pertimbangan berikut ini:

- a. Cara ke satu tidak dapat dilakukan karena penstabilan debit pada musim kemarau tidak dapat dilakukan karena tidak terdapat sumber air yang memadai pada saat itu.

- b. Cara ke dua kurang dapat dipertanggung jawabkan pada kondisi saat ini, mengingat pengajuan dana rutin untuk pengerukan belum tentu disetujui (tidak mendapatkan kepastian).

Alternatif Bangunan Jetty

Perbaikan muara sungai dengan jetty ganda (kanan-kiri muara sungai) pada prinsipnya ada tiga macam, yaitu sistem jetty panjang, sistem jetty sedang dan sistem jetty pendek. Sedangkan penjelasan dari masing masing jetty tersebut adalah sebagai berikut ini.

a. Sistem jetty panjang

Pada sistem ini jetty dibuat cukup panjang, ujung jetty sampai jauh berada di luar "breaker zone". Dengan keadaan ini muara sungai atau inlet akan terlindung dari gerakan pasir sejajar (sepanjang) pantai. Kemungkinan pendangkalan di muara hanya dapat terjadi apabila sungai membawa cukup banyak sedimen, atau gerakan sedimen sejajar pantai sudah mencapai ujung jetty. Sistem ini biasanya dipergunakan untuk stabilisasi muara sungai yang dipergunakan untuk keperluan pelayaran atau untuk pelabuhan (dalam hal ini jetty berfungsi pula sebagai pemecah gelombang). Yang perlu mendapatkan perhatian yang serius pada sistem ini adalah akan terjadinya perubahan garis pantai yang cukup signifikan apabila angkutan sedimen sejajar pantai cukup besar. Salah satu sisi jetty akan terjadi erosi yang cukup besar (garis pantai mundur), sedangkan sisi yang lain terjadi pendangkalan yang cukup besar pula (garis pantai maju). Jetty kanan dan kiri biasanya tidak sama panjang dan disesuaikan dengan arah angkutan sedimen yang dominan.

b. Sistem jetty pendek

Pada sistem ini jetty biasanya dibuat sampai kedalaman 0,00 LWS. Tujuan utama dari sistem jetty pendek adalah untuk stabilisasi muara, yaitu agar muara tidak berpindah-pindah. Sedangkan pendangkalan di muara masih akan terjadi namun tidak separah bilamana tidak ada bangunan jettynya. Mekanisme pengglontoran endapan material di muara dilakukan pada saat debit besar (pada saat awal musim hujan). Keuntungan sistem ini terutama adalah perubahan garis pantai relatif kecil (minimal), sehingga bangunan ini cocok untuk daerah pantai yang sudah berkembang, baik untuk pariwisata ataupun permukiman. Pada sistem ini biasanya panjang jetty sama.

c. Sistem jetty sedang

Pada sistem ini jetty biasanya dibuat sampai batas luar daerah "breaker zone" pada saat surut. Keuntungan sistem ini adalah dapat mengurangi kelemahan pada kedua sistem sebelumnya. Mengingat sebagian besar sedimen terangkut pada bagian "surf zone" maka dengan dibangunnya jetty ini sebagian angkutan sedimen tersebut akan tertahan oleh bangunan jetty, dan akan mengurangi pendangkalan/penutupan muara, namun efektifitasnya tidak sebagus jetty panjang.

Untuk membantu dalam mengambil keputusan pada pemilihan jenis bangunan jetty yang akan dipilih maka disajikan matrik bangunan jetty seperti terlihat pada tabel 3, sedangkan penjelasannya dapat dilihat pada gambar 3. Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka alternatif 1 dan alternatif 2 diambilkan dari perancangan yang terdahulu yang dilakukan oleh BCEOM, sedangkan alternatif 3 diambilkan tahapan pembangunan dari alternatif 2, dan alternatif 4 adalah alternatif yang diajukan pada studi ini (PAU IT UGM, 1993).

didasarkan tinggi gelombang rencana (H_d) dengan probabilitas kejadian terlampaui maksimum 5,0 %, [$P(H < H_d) > 95,0$ %]. Pada perbaikan muara sungai Tipar H_d diambil 3,0 m, dengan demikian berdasarkan pengukuran tahun 1992 (lihat tabel 2) terlihat bahwa probabilitas kejadian gelombang dengan $H < 3,0$ m adalah 100%, atau 97,72 % bila didasarkan pada pengukuran tahun 1989. Dengan mengambil data landai pantai sebesar $m = 0,02$, periode gelombang $T = 20$ detik dapat ditentukan kedalaman dimana gelombang tersebut pecah, yaitu pada kedalaman antara -3,0 sd -3,5 m, dan kedalaman ini jaraknya dari garis pantai (peta batimetri) kurang lebih 80 m, dengan demikian panjang jetty diambil 80 m.

Mekanisme "Self Maintenance" Muara Sungai

Mengingat panjang jetty hanya sampai "breaker zone" maka masih dimungkinkan pasir masuk muara pada saat gelombang sangat besar ataupun pada saat pendangkalan di kanan-kiri jetty sudah mendekati ujung jetty. Dengan adanya perbaikan ini diharapkan adanya mekanisme perawatan muara secara alami

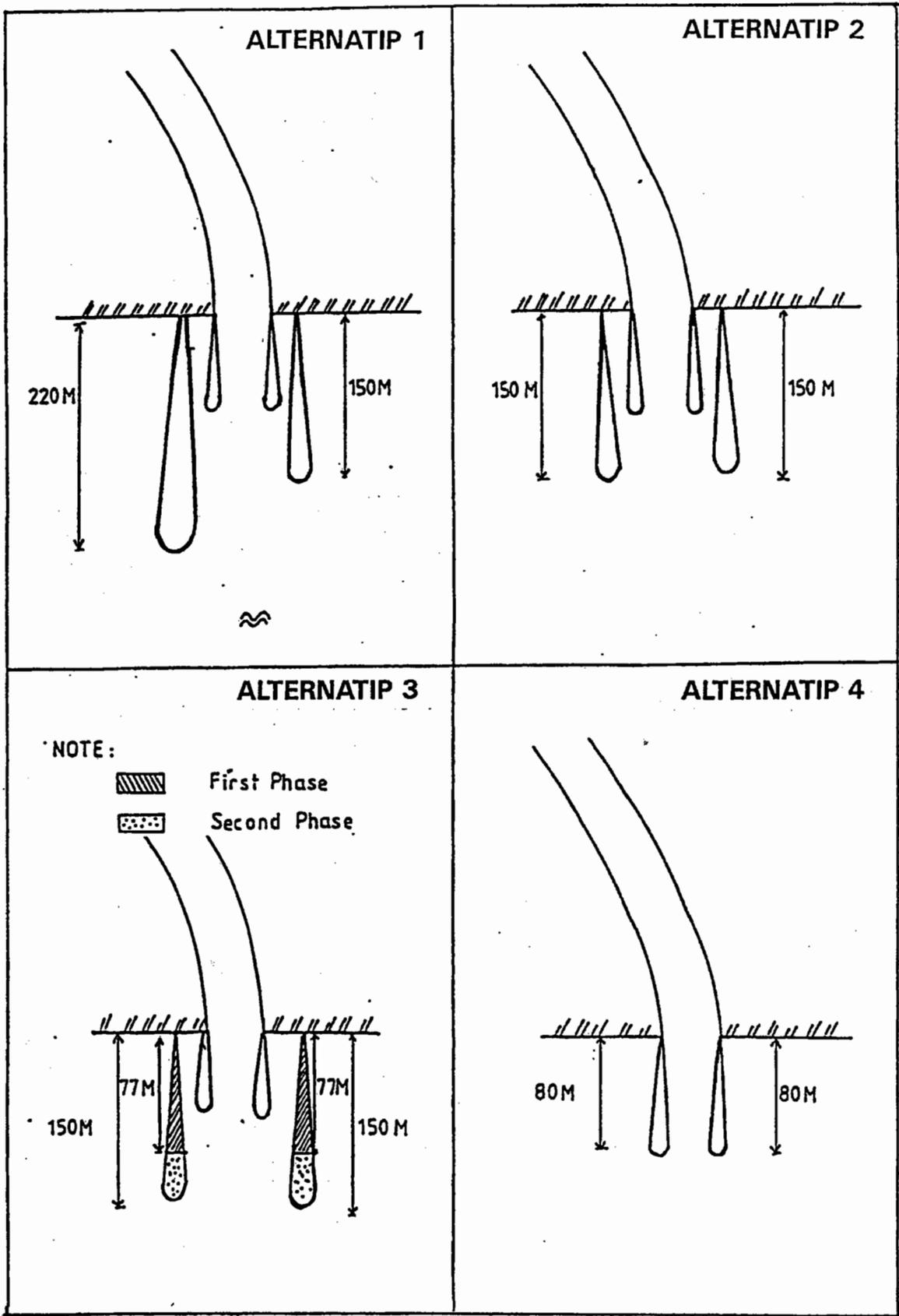
Tabel 3. Matrik perbandingan antara empat alternatif bangunan jetty untuk perbaikan muara sungai Tipar

Uraian	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
1. Dasar perencanaan	Muara sungai dilindungi secara sempurna selama 10 th	Muara sungai dilindungi secara sempurna selama 5 th	Tahap pertama alternatif 2 (Pembangunan jetty dilakukan 2 tahap)	Memberikan toleransi pendangkalan di muara sungai pada musim kemarau,
2. Bangunan jetty				
a. Panjang	Barat 220 m Timur 150 m	Barat 150 m Timur 150 m	Barat 77 m Timur 77 m	Barat 80 M Timur 80 m
b. stabilitas	20 th	20 th	20 th	20 th
c. biaya	Rp. 8,6 M	Rp 6,7 M	Rp 4,9 M (Rp 6,7 M)	Rp. 4,9 M
d. Resiko	1. Tidak ada penutupan muara selama 10 th 2. perubahan garis pantai besar	1. tidak ada penutupan muara selama 5 th 2. Perubahan garis pantai sedang	1. keadaan muara sangat tergantung pembangunan tahap kedua 2. -	1. memberikan toleransi adanya pendangkalan di muara 2. Perubahan garis pantai kecil
e. perencana	BCEOM	BCEOM	BCEOM	Laboratorium Hidraulik & Hidrologi PAU IT UGM

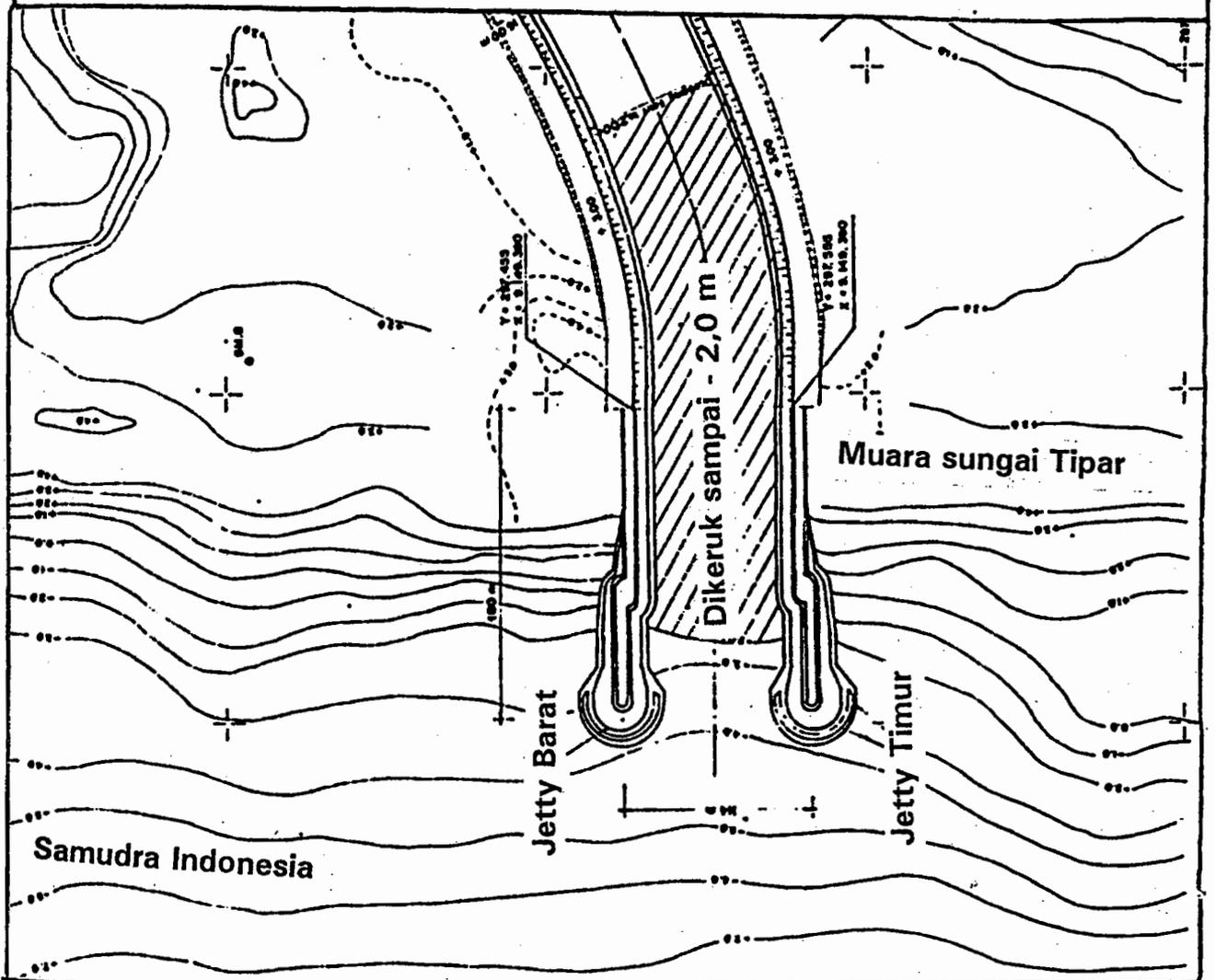
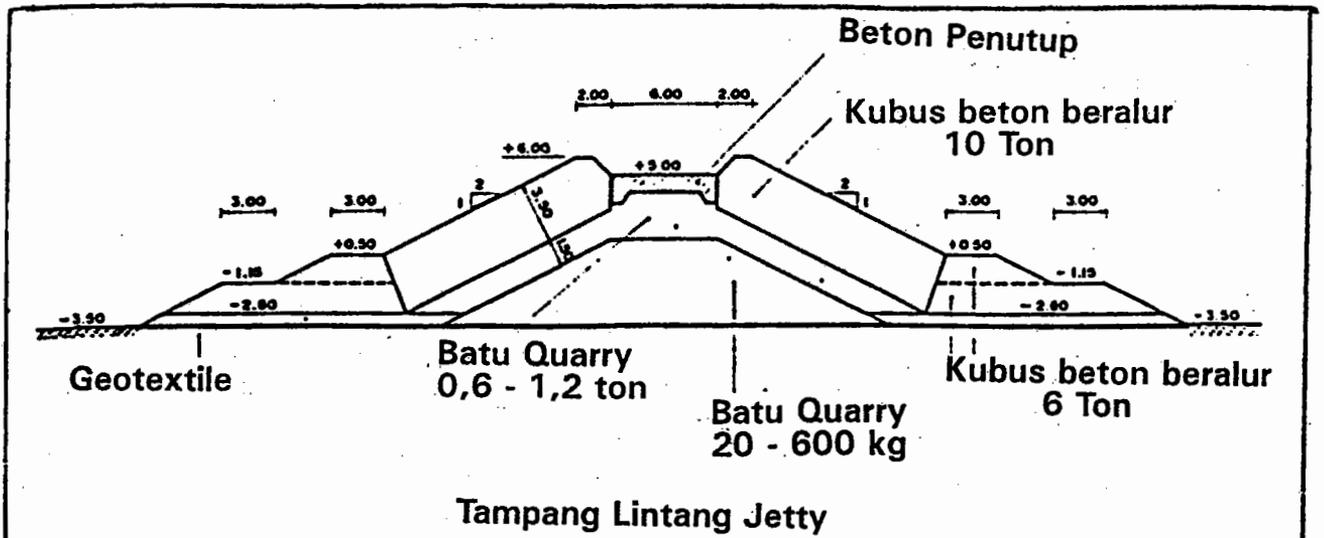
Panjang jetty pada alternatif 4 ditentukan berdasarkan letak "breaker zone" pada saat muka air surut (LWS 0,0). Berdasarkan konsep pemilihan alternatif ini maka panjang jetty ditentukan atas dasar letak ujung jetty pada sisi luar "breaker zone". Penentuan sisi luar "breaker zone" tersebut

("self maintenance"), sehingga toleransi pendangkalan di muara tidak menyebabkan banjir terutama pada saat musim hujan datang.

Dalam hal ini perawatan muara secara alami ("self maintenance") harus diartikan sebagai berikut ini.



Gambar 3 Alternatif bangunan jetty untuk perbaikan muara sungai Tipar



Gambar 4 Struktur bangunan jetty alternatip 4 untuk perbaikan muara sungai Tipar

- a. Pada saat debit sungai kecil, luas tampang muara sungai akan diatur oleh gerakan pasang surut. Sehingga pada kondisi ini muara sungai tetap akan terbuka terhadap laut, meskipun dengan ukuran alur yang lebih kecil. Ukuran alur pada kondisi ini dapat ditentukan dengan rumus yang disajikan oleh Jarrett (Bruun,P., 1978).
- b. Pada saat awal musim hujan diharapkan debit sungai bertambah besar secara bertahap (gradual), sehingga mampu mengangkut sedimen yang ada di muara sungai secara bertahap pula. Dengan demikian maka pada saat debit banjir awal musim hujan datang alur sungai di muara sudah mampu menyalurkan debit tersebut ke laut tanpa menimbulkan kerugian.

Ukuran alur minimum muara sungai Tipar dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Jarrett (Bruun,P., 1978),

$$A = 5,74 \cdot 10^{-5} p^{0,95} \quad (2)$$

dengan : A = luas minimum tampang alur sungai (ft²)
P = Tidal prism (ft³)

Berdasarkan rumus tersebut dapat ditentukan luas minimum tampang alur muara sungai Tipar yaitu seluas 103 m². Dengan mengambil lebar alur di muara 100 m, maka kedalaman dasar sungai adalah 1,0 m dari MSL, atau + 0,10 m (LWS). Sedangkan berdasarkan desain (untuk menyalurkan debit banjir) kedalaman rencana adalah - 2 m dari (LWS), sehingga pada saat debit kecil akan terjadi pendangkalan sebesar 2,10 m.

Debit banjir awal musim hujan diperkirakan 40% dari debit rencana, atau 50 m³/det. Dengan mengambil nilai kekasaran dasar saluran n = 0,030, landai sungai i = 0,0018, lebar alur sungai 100 m, maka dapat ditentukan kedalaman air = 0,53 m, dengan kecepatan arus rerata = 0,93 m/det. Berdasarkan penelitian hubungan antara kecepatan arus, diameter butiran dan kedalaman (Lab HH PAU IT UGM, 1993) maka endapan yang terdapat di muara (d₅₀ = 0,20 sd 0,25 mm) akan terangkut ke laut, dan alur muara akan bertambah besar .

Struktur Bangunan Jetty Terpilih

Perancangan struktur bangunan jetty terpilih (alternatif 4) didasarkan pada: elevasi muka air laut rencana: + 2,50 LWS; gelombang rencana, H_{s20th} = 4,5 m; lapis lindung: Kubus beton beralur dengan τ = 2,4 t/m³, KD_(head) = 4,5, KD_(trunk) = 8,0; Batu quarry dengan τ = 2,6 t/m³, KD_(head) = 1,9, KD_(trunk) = 2,5. Hasil perancangan jetty tersebut dapat dilihat pada gambar 4. Dan dari gambar tersebut dapat ditentukan biaya pembangunan sebesar kurang lebih Rp 4,9 M, dan biaya ini jumlahnya masih belum melebihi anggaran pembangunan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

- a. Struktur bangunan jetty alternatif 4 secara fungsional masih memenuhi persyaratan perbaikan muara sungai, yaitu untuk menstabilkan muara sungai dan diharapkan mampu mengatasi penutupan muara sungai pada saat debit kecil.
- b. Biaya pembangunan jetty alternatif 4 belum melebihi anggaran pembangunan (Rp 4,9 M), sehingga jetty tersebut berpeluang untuk dibangun dengan dana yang tersedia.

Mengingat struktur bangunan jetty alternatif 4 memenuhi syarat baik dari sudut fungsi ataupun dananya, maka disarankan perbaikan muara sungai Tipar dapat dilakukan dengan jetty tersebut.

PENUTUP

Demikianlah tulisan ini disajikan dan ucapan terimakasih disampaikan kepada proyek Irigasi Seraayu-Gambar sari dan Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan fasilitas dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BCEOM, 1989, *Final Feasibility Report - Ijo Tipar Drainage Improvement*, Vol. 4, Directorate General of Water Resources Development.
- BCEOM, 1993, *Design Note - Tipar Drainage Package III-4*, Fluvio Maritime Works, Directorate General of Water Resources Development.
- Bruun,P., 1978, *Stability of Tidal Inlets - Theory and engineering*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- CERC, 1984, *Shore Protection Manual*, Department of The Army, US Army Corps of Engineers, Washington D.C.
- JICA, 1989, *The Feasibility Study on The Urgent Bali Beach Conservation Project*, Summary Report
- NEDECO, 1982, *Pulau Baai Harbour Project - Hydraulic Engineering Aspects*, Directorate General of Sea Communication (PERLA), Jakarta.
- PAU IT UGM, 1993, *Desain alternatif pekerjaan muara sungai di sistem drainasi Tipar*, Laboratorium Hidraulik dan Hidrologi PAU IT UGM, bekerjasama dengan BCEOM dan Proyek Irigasi Serayu - Gambarsari.