

STUDI KELAYAKAN PENGEMBANGAN PELABUHAN CELUKAN BAWANG

I Wayan Redana¹ dan Ida Bagus Putu Adnyana¹

Abstrak: Studi kelayakan ini bertujuan untuk mendapatkan kelayakan pengembangan pelabuhan Celukan Bawang baik secara teknis maupun ekonomis. Studi yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan suatu usulan pengembangan dari pelabuhan Celukan Bawang untuk tahun mendatang. Pengembangan ini meliputi pengembangan fasilitas pelabuhan termasuk juga jaringan jalan yang diperlukan.

Studi ini dilakukan dengan melakukan survey dan mendapatkan data dari pelabuhan dan sumber lain. Data yang didapat diolah dengan analisis kelayakan secara teknis maupun ekonomis. Secara teknis, tinjauan meliputi luas dan dalam kolam pelabuhan, pengerukan dan pembangunan fasilitas dermaga. Secara ekonomis dipakai metode analisis discounted cash flow.

Studi ini memberikan suatu simpulan bahwa secara teknis dan ekonomis, pelabuhan sangat layak untuk dikembangkan. Kelayakan teknis mendapatkan bahwa terumbu karang (mati) yang menghambat dalam dan luas kolam pelabuhan harus dikeruk. Pembangunan dermaga harus dilakukan. Secara ekonomi semua pekerjaan teknis ini masih cukup layak untuk dilakukan.

Kata kunci: studi kelayakan, pelabuhan.

FEASIBILITY STUDY OF THE DEVELOPMENT OF CELUKAN BAWANG HARBOUR

Abstract : The aim of this feasibility study is to examined the feasibility of the development of Celukan Bawang Harbour. Hence, this studi may suggesting some feasibility work for the future development mention above. The development required including the development of berth facilities and road network.

This studi is conducted by conducting survey and collecting data from the harour and other institutions. The tectnical studi conducted consisting of studi on harbour basin, dredging and berth facilities. The economic study conducted by utilising discounted cash flow analysis.

This study concluded that the development of the arbor is feasible. Dredging of coral has to be undertaken. Study economic analysis revealed that the development of this harbour is feasible.

Keywords: feasibility study, harbour.

PENDAHULUAN

Bali sebagai salah satu provinsi di Indonesia yang merupakan provinsi pulau, mempunyai 5 (lima) pintu gerbang keluar/masuk yaitu: Bandara Internasional Ngurah Rai; Pelabuhan Penyeberangan

Gilimanuk, yang menghubungkan pulau Bali dan pulau Jawa; Pelabuhan Penyeberangan Padang Bai yang menghubungkan Bali dan Pulau Lombok; Pelabuhan laut Benoa di Teluk Benoa; Pelabuhan laut Celukan Bawang di pantai utara pulau Bali.

¹ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.

Dari dua pelabuhan laut yang ada, sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Bali, disebutkan bahwa rencana sistem prasarana transportasi laut adalah dengan penetapan/penataan fungsi pelabuhan didukung dengan peningkatan fasilitas pelabuhan, yaitu pelabuhan laut benoa sebagai pelabuhan penumpang, pariwisata dan nelayan sedangkan pelabuhan laut Celukan Bawang sebagai pelabuhan barang. Namun dalam pelaksanaan sampai saat ini, fungsi pelabuhan laut belum berfungsi sesuai yang direncanakan, hal ini terlihat dari proses bongkar muat barang yang masih dominan dilaksanakan dipelabuhan Benoa. Kondisi ini bisa dimaklumi karena hampir sebagian besar kegiatan perekonomian dan pembangunan Bali terkonsentrasi dibagian selatan dengan dukungan utama dari sektor pariwisata, restoran, dan perhotelan. Dalam rangka pemerataan pembangunan dan merangsang peningkatan perekonomian dan pembangunan di daerah Bali utara, perlu kiranya kita memfungsikan potensi daerah yang ada di kawasan Bali utara. Salah satunya adalah dengan mengoptimalkan pelabuhan laut yang ada di bali utara, yaitu Pelabuhan Celukan Bawang.

Untuk mengoptimalkan pelabuhan Celukan Bawang, ada beberapa permasalahan yang harus diatasi. Permasalahan utama yang dihadapi sampai saat ini adalah adanya gugusan karang yang menghalangi alur sandar kapal, sehingga harus diadakan pemotongan dan pengerukan untuk memperdalam kolam pelabuhan. Namun untuk dapat melaksanakan program ini perlu diperhatikan dampak terhadap perusakan lingkungan di bawah laut, dimana untuk kawasan ini terdapat terumbu karang yang dapat berpengaruh pada biota laut di daerah pelabuhan. Sehingga diperlukan suatu teknologi khusus untuk pemotongan trumbu karang tersebut.

Tujuan dari pelaksanaan studi ini adalah untuk membuat kajian perencanaan dan juga gambaran yang lebih rinci

tentang mengoptimalkan pengembangan pelabuhan Celukan Bawang di kabupaten Buleleng dalam rangka memacu perkembangan di daerah Bali Utara. Studi ini akan meninjau kondisi atau optimalisasi sarana dan prasarana pelabuhan Celukan Bawang dari segi teknis dan sosial-ekonomi. Dari segi teknis akan di lakukan kajian tentang lokasi dan tata letak pelabuhan serta dari segi sosial ekonomi akan di lakukan kajian tentang kondisi sosial ekonomi di kawasan pelabuhan. Manfaat dari hasil studi ini antara lain adalah untuk bahan penyusunan perencanaan pembangunan sebagai bahan pengambilan keputusan. Disamping itu dengan adanya informasi ini dapat di manfaatkan oleh pihak lain yang berkepentingan, baik untuk tujuan pembangunan maupun pengembangan perekonomian.

MATERI DAN METODE

Umum

Untuk dapat mendapatkan kelayakan pengembangan pelabuhan, maka perlu dibahas tentang Karakteristik kapal yang akan direncanakan masuk kedalam pelabuhan, kebutuhan yang diperlukan agar kapal dapat masuk dengan aman kedalam pelabuhan dan fasilitas yang diperlukan untuk mendukung kegiatan bongkar muat kapal didalam pelabuhan. Setelah semua keperluan teknis terpenuhi, diperlukan analisis kelayakan secara ekonomi. Pendekatan dan metodologi yang dipakai untuk mencapai tujuan dari studi kelayakan Pelabuhan Celukan Bawang ini berpedoman kepada Standard survey dan perencanaan pelabuhan dan analisis kelayakan ekonomi dengan metode *discounted cost*.

Karakteristik Kapal

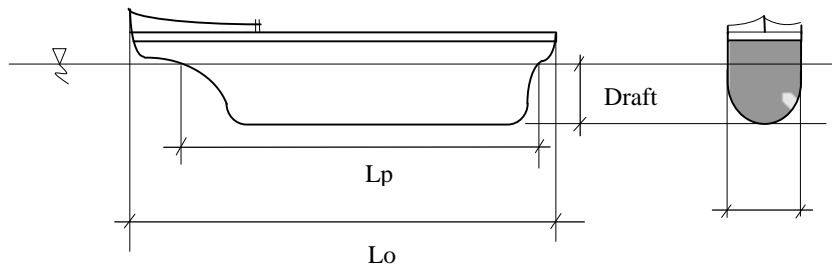
Panjang dan draft kapal yang direncanakan masuk ke pelabuhan akan sangat menentukan lebar kolam, luas kolam pelabuhan, panjang dermaga dan

turning basin. Karakteristik kapal meliputi:

- a. Dead Weight (DWT) adalah berat total muatan yang mampu dipikul oleh kapal pada draft maximumnya. DWT merupakan selisih Displacement Loaded dengan Displacement Light.
- b. Length Over All (LOA) adalah panjang kapal dari ujung depan sampai ujung

belakang, seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

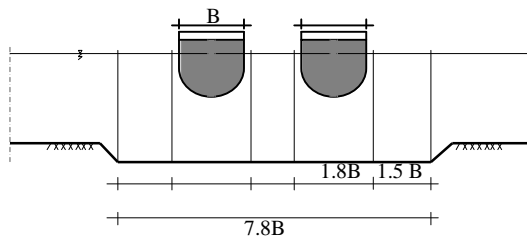
- c. Gross Tonnage (GRT) adalah jumlah volume ruangan kapal dalam meter kubik. Net Tonnage adalah gross tonnage dikurangi volume ruang awak kapal mesin dan bahan bakar



Gambar 1. Sketsa Dimensi Kapal

Waterways (Kanal)

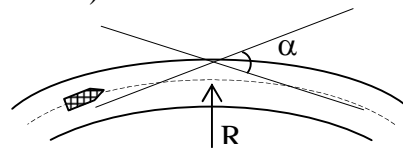
Waterways atau streamline atau kanal disediakan agar kapal bisa masuk kedalam kolam pelabuhan. Waterways juga harus terlindungi dari pengaruh gelombang dan arus. Waterways umumnya direncanakan berdasar kepada rencana kapal terbesar yang diharapkan berlabuh. Pedoman untuk lebar dari waterways ini diberikan pada Gambar 2. Kedalaman muka air diukur dari rata-rata muka air yang disebut the Lowest Low Water Spring (LLWS).



Gambar 2. Lebar Alur Pelayaran Dua Jalur

Lay out alur pelayaran sedapat mungkin berbentuk garis lurus dengan arus berlawanan dengan arah kapal yang datang. Apabila terjadi belokan harus merupakan bentuk kurva lengkung dengan

persyaratan seperti berikut ini (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Alur Pelayaran pada Belokan

- $R \geq 3 L_{oa}$ untuk $\alpha < 25^\circ$
 - $R \geq 5 L_{oa}$ untuk $25^\circ < \alpha < 35^\circ$
 - $R \geq 10 L_{oa}$ untuk $\alpha > 35^\circ$
- dengan:
- R = jari-jari belokan
 - L_{oa} = panjang total kapal
 - α = sudut belokan

Kolam Pelabuhan

Lebar kolam pelabuhan diantara dua dermaga yang berhadapan ditentukan oleh ukuran kapal (L_{oa}). Apabila dermaga digunakan untuk tambatan tiga kapal atau kurang, lebar kolam pelabuhan sama dengan panjang kapal (L_{oa}), sedangkan dermaga untuk empat kapal atau lebih, lebar kolam adalah $1,5 L_{oa}$. Luas kolam putar yang digunakan untuk mengubah

arah kapal minimum adalah luasan lingkaran dengan jari-jari 1,5 kali panjang kapal total (L_{oa}) dari kapal yang terbesar yang menggunakannya. Apabila perputaran kapal yang dilakukan dengan bantuan jangkar atau kapal tunda, luas kolam putar minimum adalah luas lingkaran dengan jari-jari sama dengan panjang total kapal (L_{oa}). Kedalaman kolam pelabuhan diambil 1,1 kali draft kapal pada muatan penuh di bawah elevasi muka air rencana.

Tabel 1. Tinggi Gelombang Kritis di Kolam Pelabuhan Centre

Ukuran Kapal	Tinggi Gelombang Kritis untuk Bongkar Muat (Hs)
Kapal kecil (2500 GRT)	0,3 m
Kapal sedang dan besar (500 GRT ≤ DWT ≤ 500.000 GRT)	0,5 m
Kapal sangat besar (> 500.000 GRT)	0,7 – 1,5 m

Sesuai Tabel 1 di atas, tinggi gelombang yang diharapkan di dalam kolam pelabuhan adalah 0.3 m untuk kapal kecil dan 0.5 m untuk kapal sedang dan besar. Dari hasil perhitungan, tinggi gelombang maksimum yang terjadi di dalam kolam pelabuhan adalah sebesar 0,5m. Jadi kapal ukuran sedang akan dapat berlabuh dengan aman dalam kolam pelabuhan.

Pengerukan (Dredging)

Pengerukan adalah suatu kegiatan pemindahan material di bawah air dari suatu tempat ke tempat lain dengan mempergunakan suatu alat. Pengerukan pada umumnya dilakukan pada saat pembangunan atau pengembangan suatu pelabuhan. Sistem pengerukan dibagi atas dua klasifikasi yaitu system mekanikal dan hidraulik. System mekanikal mempergunakan alat-alat besar, dimana dalam system ini termasuk clamshell dredge dan

dipper dredge. Sistem hidraulik mempergunakan prinsip penyedotan dengan mempergunakan pipa. Termasuk dalam system ini antara lain cutterhead pipeline dredge.

Permasalahan yang berkaitan dengan pengerukan antara lain: Pemilihan alat keruk yang sesuai; Menentukan apakah ada atau tidak hasil pengerukan mengandung material yang terkontaminasi; Fasilitas material buangan; Pemeliharaan jangka panjang pada proyek pengerukan; Karakteristik sediment yang akan dikeruk untuk menunjang perencanaan areal buangan; Kontrol operasional dredging untuk memproteksi lingkungan sekitarnya.

Secara umum tipe-tipe pengerukan antara lain hydraulic pipeline (cutterhead, dustpan, plain suction dan side caster); hopper dredges dan clamshell dredges. hydraulic dredging adalah sistem pengerukan untuk memindahkan material lepas dengan menggunakan dustpan, hoppers, hydraulic pipeline plain suction dan sidecasters. Mechanical dredging adalah pemindahan material lepas atau keras dengan menggunakan clamshell, dipper atau ladder dredges.

Pemilihan alat keruk dan metode yang dipergunakan pada umumnya tergantung dari beberapa faktor: Karakteristik fisik dari material yang akan dikeruk; Volume material yang akan dikeruk; Kedalaman pengerukan; Jarak ke lokasi penimbunan; Lingkungan fisik antara dredging dan areal penimbunan; Level kontaminasi dari sedimen hasil pengerukan; Metode penanganan material hasil pengerukan; Produksi pengerukan yang diinginkan; Tipe alat keruk yang tersedia.

Pekerjaan Survey

Pekerjaan perencanaan/studi kelayakan pelabuhan Celukan Bawang ini dilaksanakan mengacu pada Kerangka Acuan Kerja yang telah dibuat oleh pemberi tugas. Pekerjaan Survey dilakukan apabila data data yang diperlukan menganalisis tidak tersedia atau data yang tersedia tidak akurat untuk menganalisis

permasalahan. Survey yang dilakukan untuk pekerjaan ini adalah:

Survey Hidrografi

Pasang Surut

Survey untuk menentukan muka air terendah dan tertinggi. Survey ini dilakukan secara bersamaan dengan survey kedalaman. Pasang surut terjadi karena pengaruh gaya tarik benda-benda angkasa terutama bulan. Pasang surut terjadi sebanyak dua kali dalam dua puluh empat jam. Karena pengaruh bulan maka pola grafik pasang surut akan kembali seperti semula pada hari ke enam belas.

Arus

Survey ini akan dilakukan dengan alat current meter. Disamping itu untuk arus permukaan bisa dilakukan dengan alat sederhana seperti pelampung yang diberi bendera. Dengan bantuan dua buah alat theodolith, arah perjalanan dan kecepatan arus dapat diperhitungkan.

Angin

Data angin selama 25 tahun merupakan data sekunder dan didapat dari Badan Meteorologi dan Geo-Fisika.

Survey Batimetri

Survey ini untuk menentukan kedalaman laut terutama untuk menggambarkan countur dasar laut. Untuk itu diperlukan alat echo sounding yang merupakan pantulan suara kedasar laut dari atas perahu. Dengan rumus $v = j/t$ (kecepatan = jarak dibagi waktu) maka jarak (kedalaman dasar laut dapat dihitung dengan mengetahui kecepatan suara. Untuk survey sounding diperlukan alat echo sounding (pengukur kedalaman) dan dua buah theodolith atau sebuah GPS (Geo Positioning System). Studi kelayakan pelabuhan Celukan Bawang tidak dilakukan Survey Batimetri mengingat Peta countur laut masih sangat akurat digunakan dan peta yang ada dilakukan Survey akhir tahun 1999. Peta Countur laut tahun 1999 ini juga dipakai Pelindo

III untuk merencanakan pengembangan pelabuhan Celukan Bawang.

Tinggi Gelombang

Tinggi gelombang dapat diukur dengan alat sederhana yaitu perahu, bak ukur dan theodolith. Tinggi gelombang juga dapat dihitung dengan memakai pendekatan data angin. Bila memungkinkan tinggi gelombang bisa diukur juga dengan memakai alat wave gauge yang dipasang didasar laut.

Survey Topografi

Survey ini dilakukan dengan theodolith sepanjang pesisir pantai Celukan Bawang dengan luasan area kurang lebih 20 Ha.

Aspek Ekonomi Teknik

Analisa Ekonomi Teknik adalah sebuah proses seleksi yang dapat digunakan untuk membandingkan beberapa alternatif proyek dan memilih yang paling ekonomis. Proses itu sendiri membutuhkan alternatif-alternatif yang layak dan menggunakan cara penyusutan nilai uang untuk memilih alternatif terbaiknya. Cara perhitungan ekonomi teknik ada tiga macam, yaitu:

1. Masa kembali modal/*Pay Back Period (PBP)*
2. Laju keuntungan bersih rata-rata/*Average rate of return (ARR)*
3. Aliran kas tersusut/*discounted cash flow* yang ditunjukkan dengan besaran angka-angka Nilai Keuntungan Bersih sekarang atau "*Net Present Value*", Angka Perbandingan Keuntungan terhadap Biaya atau "*Benefit Cost Ratio*", dan Angka Pengembalian Interanal "*Internal Rate of Return*".

Umumnya analisa ekonomi teknik dilakukan dengan memperhatikan penyusutan nilai uang terhadap waktu. Hal ini disebabkan karena setiap proyek mempunyai nilai resiko yang berbeda-beda. Suku bunga akan lebih besar untuk proyek dengan resiko yang lebih besar pula. Disamping itu masih ada faktor inflasi.

Besarnya penyusutan dinyatakan dengan satu angka laju penyusutan (*Discount Rate*). Dalam pembayaran kas, laju penyusutan dikatakan pula sebagai suku bunga (*Interest Rate*). Besar kecilnya angka laju penyusutan tergantung oleh apakah keadaan ekonomi sedang baik atau resesi, bagaimana resiko peminjam uang terhadap kredibilitas peminjam, dan berapa lama masa pengembaliannya. Laju penyusutan atau suku bunga diambil antara 8 - 15 % dengan penggunaan yang umum 12 %. Bila mungkin, perencanaan dianjurkan menghitung untuk tiga macam suku bunga yaitu 10%, 12%, dan 15%.

Dengan menunjukkan besaran nilai uang sekarang dari *benefit (PVB)*, dan nilai uang sekarang dari biaya (*PVC*), maka nilai keuntungan bersih sekarang atau *Net Present Worth (NPW)* dapat ditulis dengan rumus:

$$NPW = PVB - PVC \quad (1)$$

Sedangkan angka perbandingan keuntungan terhadap biaya atau *Benefit Cost Ratio (BCR)* dapat ditulis sebagai:

$$BCR = \frac{PVB}{PVC} \quad (2)$$

Angka laju pengembalian internal atau *Internal Rate of Return (IRR)*, dimana angka *IRR* adalah angka *discount rate* yang sama dengan angka suku bunga sebenarnya terhadap modal (*capital interest rate*), sehingga dengan menyamakan nilai sekarang keuntungan kemudian dicari besarnya suku bunga tersebut, atau:

$$PVB = PVC \text{ untuk } IRR = I \quad (3)$$

Proyek dikatakan layak dilaksanakan bila menunjukkan nilai NPV yang positif, yang berarti juga nilai *BCR* lebih besar dari 1 dan nilai *IRR* akan lebih besar dari pada angka laju penyusutan (*I*) yang berlaku untuk perhitungan.

Untuk menentukan layak tidaknya suatu pembangunan fasilitas seperti pelabuhan dari segi ekonomi, metode yang sering diunakan adalah *cost benefit analyses* atau

analisis biaya manfaat. Metode ini digunakan untuk menyaring kelayakan proyek berdasarkan perbandingan manfaat yang akan diperoleh dan biaya yang akan dikeluarkan. Metode ini digunakan pada kondisi dimana dana yang tersedia sangat terbatas. Di negara-negara sedang berkembang seperti Indonesia, kiranya analisis biaya manfaat lebih cocok mengingat keterbatasan dana yang tersedia untuk pembangunan.

Secara garis besar analisis biaya-manfaat terdiri atas tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Analisa biaya yang terdiri dari biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan.
2. Analisa manfaat yang ditimbulkan oleh pembangunan pelabuhan
3. Membandingkan biaya dan manfaat beserta tingkat sensitivitasnya.

Pembangunan suatu fasilitas seperti pelabuhan juga mempunyai manfaat-manfaat sekunder yang susah sekali atau tidak dapat dihitung dalam bentuk uang, seperti misalnya kenaikan tingkat kesejahteraan masyarakat atau dari aspek biaya, seperti misalnya pencemaran lingkungan, tidak saja fisik tetapi juga budaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan Kawasan Pelabuhan

Posisi geografis Pelabuhan Celukan Bawang pada batas perairan pelabuhan berada pada $08^{\circ} - 11' - 15''$ LS dan $114^{\circ} - 49' - 54''$ BT, untuk batas daratan pelabuhan $08^{\circ} - 11' - 15''$ LS dan $114^{\circ} - 49' - 54''$ BT dengan jarak kurang lebih 120 Km dari Ibu kota Denpasar. Fasilitas pelabuhan Celukan Bawang saat ini banyak disinggahi kapal rakyat maupun perahu layar dan mampu menampung kapal dengan panjang lebih dari 100 m terutama kapal-kapal yang singgah ke dermaga Semen Tonasa.

Rencana Pengembangan Pelabuhan Celukan Bawang

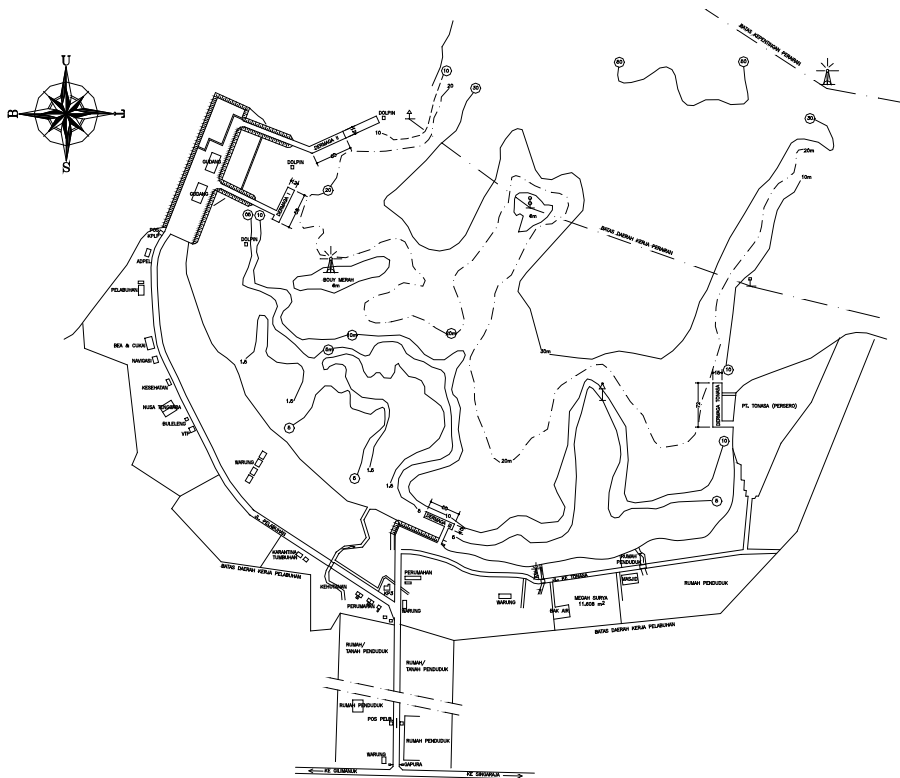
Lay out pelabuhan Celukan Bawang sudah ditetapkan pada tanggal 19 Agustus 2002 dengan Keputusan Direksi PT (Persero) PELINDO III Nomor: KEP. 26/PJ.3.02/P.III-2002 tentang tata guna lahan pelabuhan Celukan Bawang sampai dengan tahun 2010. Kawasan pelabuhan dibagi menjadi 5 zone seperti terlihat pada Tabel 2.

Lay Out Pelabuhan

Lay Out Pelabuhan diperlihatkan seperti pada Gambar 4. Dari penelitian Batimetri dapat digambarkan kontur perairan pelabuhan. Kedalaman perairan pelabuhan bervariasi dari keadaan 5 m sampai 20 m. Pulau karang ditemui pada mulut pelabuhan dan pada kolam pelabuhan. Kedalaman pulau karang ini adalah 6 m.

Tabel 2. Pembagian Zone Pelabuhan

Zone	Nama Zone	Luas m ²
Zone I	Zone Terminal	245.800
Zone I.1	Zone terminal penumpang rencana reklamasi	35.500
Zone I.2	Barang Curah	120.100
Zone I.3	Barang Cargo	90.200
Zone II	Port Associated Industries (PAI)	45.000
Zone III	Perkantoran Bisnis Maritim	79.500
Zone IV	Perikanan	39.300
Zone V	Pariwisata/Marina	39.300



Gambar 4. Layout Pelabuhan Celukan Bawang

Penangkis Gelombang

Pelabuhan Celukan Bawang adalah pelabuhan alam yang terletak dan terlindung dalam teluk. Karena itu penangkis gelombang tidak diperlukan. Dengan adanya terumbu karang didepan pelabuhan, secara alam sudah merupakan penangkis gelombang alam.

Analisis Gelombang

Angin

Gelombang di daerah studi diprediksi berdasarkan data angin mengingat tidak lengkapnya pencatatan gelombang di lokasi tersebut (meskipun ada data gelombang di laut dalam). Hasil pengukuran angin yang didapatkan dari data sekunder berupa kecepatan rerata, kecepatan maksimum serta arahnya yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Denpasar. Dari data ini akan dapat diprediksi tinggi dan arah gelombang.

Jarak Seret Gelombang (fetch)

Dari hasil pengukuran peta, maka fetch effective hasil hitungan dapat dilihat pada Tabel 3. Fetch effective dari arah lain tidak dicantumkan karena arah tersebut merupakan arah dari daratan, sehingga untuk keperluan prediksi gelombang tidak diperlukan.

Tabel 3. Panjang Fetch Efektif

Arah	Panjang (miles)
Timur	171
Timur laut	233
Utara	122
Barat Laut	243
Barat	172

Gelombang Signifikan Tahunan Di Daerah Studi

Gelombang signifikan adalah tinggi gelombang rerata dari 33% gelombang tertinggi pada populasi. Untuk memprediksi gelombang, dianggap bahwa angin dengan kecepatan maksimum berhembus

selama 6 jam. Angin maksimum tahunan diubah menjadi data gelombang signifikan tahunan dengan menggunakan program ACES (Automated Coastal Engineering System). Mengingat lokasi studi adalah merupakan pantai yang membujur dari timur-barat, maka gelombang dominan yang terjadi hanyalah yang disebabkan oleh angin yang berasal dari Barat, Barat Laut, Utara, Timur laut dan Timur. Dengan cara yang sama gelombang signifikan (SEA) pada daerah studi diramalkan berdasarkan angin dari arah tersebut diatas dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

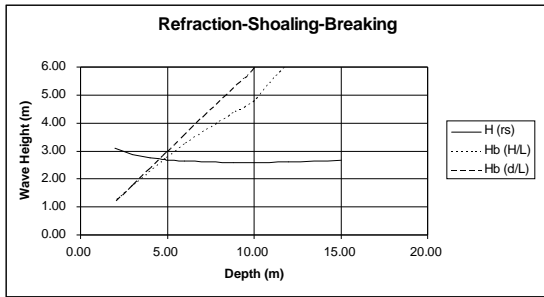
Tabel 4. Tinggi gelombang maksimum tahunan

Tahun	U _{max} (knot)	H _s (m)
1991	30 (W)	9.74
1992	23 (W)	6.38
1993	23 (W)	6.38
1994	22 (W)	5.94
1995	22 (W)	5.94
1996	30 (W)	9.74
1997	20 (W)	5.07
1998	20 (W)	5.07
1999	30 (W)	9.74
2000	22 (W)	5.94
2001	30 (W)	9.74

Refraksi Gelombang

Ketika gelombang dari laut dalam mencapai pantai dengan membentuk suatu sudut, gelombang akan terjadi proses refraksi sebagai tambahan dari proses shoaling. Selama proses refraksi, puncak gelombang membelok sesuai dengan kontur dasar laut dan arah gelombang akan tegak lurus garis kontur dan hal ini dapat mengakibatkan gelombang tersebut bertambah tinggi ataupun rendah.

Analisis refraksi gelombang di lokasi studi dilakukan dengan menjalankan program khusus untuk perhitungan refraksi. Hasil analisis refraksi, shoaling dan gelombang pecah untuk gelombang arah Barat Laut dengan tinggi gelombang maksimum 3m dan periode 7 detik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tinggi gelombang akibat refraksi, shoaling dan gelombang pecah

Angkutan Sedimen

Angkutan sedimen sejajar pantai di lokasi studi disebabkan oleh gelombang-gelombang dari arah Barat, Barat Laut, Timur laut dan Timur dapat dilihat pada Tabel 5. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa angkutan sedimen sejajar pantai akan terjadi ke arah Timur, besarnya relative kecil dan tidak mempengaruhi proses erosi ataupun sedimentasi secara signifikan.

Tabel 5. Angkutan sedimen tahunan

Arah Gelombang	Rate (yard ³ /tahun)
Barat	894.656
Barat Laut	1.167.193
Timur	1.289.743
Timur laut	477.291
Angkutan netto (ke timur)	294.815

Pengembangan Sistem Transportasi

Pengembangan pelabuhan Celukan Bawang sebagai pelabuhan barang akan mempengaruhi system transportasi darat di Pulau Bali. Barang yang sampai ke pelabuhan Celukan Bawang perlu didistribusikan ke centra-centra pengembangan wilayah dan centra-centra pembangunan di Pulau Bali. Pusat-pusat pengembangan daerah tersebut meliputi Singaraja, Negara, Denpasar dan Semarapura. Pusat-pusat pengembangan di wilayah seperti tersebut di atas sesungguhnya telah dilalui jaringan jalan arteri. Tetapi tingkat pelayanan jalan perlu ditingkatkan untuk melayani truk angkutan barang.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa banyak alternatif jalur jalan yang menghubungkan pelabuhan Celukan Bawang ke pusat-pusat pengembangan wilayah di Pulau Bali. Empat jalur jalan yang diperkirakan paling dominan adalah:

1. Jalur jalan Cekik-Negara
2. Jalur Seririt – Pupuan
3. Jalur Singaraja – Kintamani
4. Jalur Tejakula – Kubu

Dari keempat jalur jalan diatas hanya satu jalur yang tersedia dengan medan cukup datar dan dapat dilalui truk trailer yaitu jalur Celukan Bawang–Cekik–Negara. Keempat jalur jalan di atas sangat perlu dikembangkan apabila pelabuhan Celukan Bawang sudah beroperasi secara optimal sebagai pelabuhan barang. Pengembangan jalur jalan ini meliputi: pelebaran, penyesuaian alignment, peningkatan perkerasan dan peningkatan kekuatan jembatan yang ada pada jalur jalan tersebut.

Pengerukan Material Batuan (rock dredging)

Pengerukan yang direncanakan akan dilakukan di kolam pelabuhan adalah untuk mencapai kedalaman kolam pelabuhan yang diinginkan untuk kapal terbesar yang berlabuh. Dasar kolam pelabuhan Celukan Bawang yang akan dikeruk adalah dari jenis material karang, yang dalam perencanaan pengerukan termasuk dalam kategori rock dredging. Metode-metode yang dipakai untuk memecahkan batuan dapat dibagi atas dua metode yaitu non-explosive dan explosive. Termasuk yang non-explosive adalah pengerukan dengan metode mekanikal, hidraulik, thermal dan elektromagnetik.

Apabila batuan sangat keras dan pengerukan yang diinginkan cukup tebal, metode yang cukup efisien adalah menggunakan system peledakan. Tetapi kemungkinan memakai metode ini harus sangat hati-hati, karena lalu lintas kapal akan terhenti. Secara umum, metode pengeboran dan blasting merupakan metode yang paling ekonomis dalam

kasus batuan yang tebal harus disingkirkan dan tidak ada batasan khusus dalam penggunaan bahan-bahan eksplosif. Sistem peledakan dan jumlah bahan peledak yang diperlukan untuk memecahkan batuan bervariasi tergantung dari derajat fragmen yang diinginkan, dimensi dari batuan yang diledakkan dan tipe dari batuan.

Potensi-potensi Gangguan dalam Kegiatan Pengerukan

Pengaruh pengerukan terhadap lingkungan sekitarnya, terutama terhadap flora dan fauna laut perlu diperhatikan dengan baik. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan pengerukan antara lain:

1. Pada areal yang tidak mengalami polusi, kegiatan pengerukan pada umumnya tidak menimbulkan efek yang signifikan terhadap kualitas air, baik pengerukan dilakukan dengan sistem isolasi maupun tidak.
2. Untuk mengevaluasi kemungkinan-kemungkinan yang terjadi terhadap kualitas air, informasi yang spesifik harus diperoleh, yang tergantung dari karakteristik daerah pengerukan.
3. Lama pengerukan, yang juga merupakan waktu dimana air diijinkan bercampur dengan material hasil pengerukan, akan berdampak besar terhadap kualitas effluent.

Beberapa hal yang lebih spesifik yang kemungkinan menimbulkan dampak potensial terhadap kegiatan di pelabuhan maupun lingkungan yang perlu diperhatikan selama kegiatan pengerukan antara lain: gangguan fisik terhadap habitat laut, turbidity, sediment suspensi dan sedimentasi, entrainment, terhentinya kegiatan bongkar muat kapal, terhalangnya migrasi habitat laut, berkurangnya kualitas air, dan lain-lain.

Dari uraian di atas, mengingat lokasi pengerukan (kolam pelabuhan Celukan Bawang) dikelilingi oleh beberapa dermaga yang relatif cukup dekat dengan lokasi pengerukan, diperkirakan pengerukan

dengan sistem peledakan tidak memungkinkan karena cukup membahayakan konstruksi di sekitarnya karena efek getaran dan gelombang pasang yang akan terjadi pada saat peledakan. Karena material yang akan dikeruk merupakan hamparan karang yang cukup luas, sistem pengerukan yang memungkinkan (tidak membahayakan lingkungan) adalah memakai sistem drilling, dengan melubangi hamparan karang di beberapa tempat sesuai dengan ukuran fragmen yang diinginkan. Tipe pengerukan dapat memakai tipe hydraulic dredging ataupun mechanical dredging.

Panjang kapal maksimum yang direncanakan masuk adalah LOA = 200 m. Untuk itu diperlukan lebar pintu 200m X 1,5 m = 300 m. Lebar alur yang tersedia pada pintu masuk di pelabuhan Celukan Bawang adalah 300 m pada kedalaman 10 m. Untuk kedalaman kolam pelabuhan 10m, pelabuhan sudah bisa dimasuki kapal kargo GRT 10.000 ton dengan panjang 170m; kapal tanker GRT 15.000 ton panjang 190m. Diameter kolam putar (turning basin) yang diperlukan di dalam kolam pelabuhan untuk panjang kapal terbesar yaitu 200m adalah 300m. Dengan dilakukan pengerukan karang, maka diameter kolam putar yang bisa didapat adalah 300m dengan kedalaman minimum 10m. Pengerukan karang yang diperlukan adalah sampai kedalaman 10m dengan volume 25.000 m³

Kelayakan Ekonomi

Biaya pengembangan pelabuhan Celukan Bawang yang didapat dan diperhitungkan pada studi ini diperlihatkan pada Tabel 6. Proyeksi arus kapal. Barang dan penumpang diberikan pada Tabel 7. Analisis manfaat dengan pelaksanaan pengembangan pelabuhan Celukan Bawang didapat dari: Pelayanan jasa kapal; pelayanan jasa barang; pengusahaan tanah, bangunan, air dan laut; pendapatan KSO dan handling fee; rupa-rupa usaha; pendapatan diluar usaha; retribusi penumpang mulai tahun 2008.

Umur ekonomi pelabuhan dipilih sedemikian rupa sehingga pada akhir umur ekonomi, baik biaya dan manfaat sudah sangat kecil. Umur ekonomi dipilih 30 tahun. Ini tidak berarti setelah 30 tahun tidak bisa dipakai, tetapi biasanya diperhitungkan nilai sisa atau salvage value. Pada studi ini nilai sisa tidak diperhitungkan.

Analisis biaya pada studi ini dilakukan dengan menggunakan tiga faktor tingkat diskon yaitu sebesar 12%, 15% dan 18%. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi fluktuasi nilai ekonomi yang berubah-ubah. Tiga hal yang perlu dipertimbangkan untuk mengetahui ditolak atau diterimanya suatu proyek secara ekonomi yaitu: perbandingan antara manfaat dan

biaya atau benefit cost ratio (BCR), nilai bersih pada saat sekarang atau net present value (NPV) dan laju pengembalian internal atau internal rate of return (IRR). Hasil perhitungan biaya manfaat diperlihatkan pada Tabel 8.

Nilai IRR diperhitungkan sebesar IRR=27,60%. Nilai IRR ini sangat layak dibandingkan dengan tingkat suku bunga yang berlaku yaitu 18%.

Uji sensitifitas dilakukan dengan tingkat kepekaan 10%. Kondisi dengan resiko kerugian paling besar adalah apabila komponen biaya meningkat 10%, sedangkan komponen manfaat turun 10%. Analisis uji sensitifitas diberikan pada Tabel 9.

Tabel 6. Biaya Pengembangan Pelabuhan Celukan Bawang.

No	Uraian	Vol.	Sat	Harga Satuan(Rp)	Jumlah (Rp.)
I	Tahap I				
1	Perpanjangan Dermaga II	1	Ls	2.800.000.000	2.800.000.000
2	Pengadaan Tanah	1	Ls	2.000.000.000	2.000.000.000
3	Pengerukan terumbu karang	25.000	M ³	150.000	3.750.000.000
4	Mobilisasi kapal keruk	1	Ls	350.000.000	350.000.000
	TOTAL Tahap I				8.900.000.000
II	Tahap II				
1	Lapangan barang	40.500	M ²	25.000	1.012.500.000
2	Gudang barang	7.230	M ²	200.000	1.446.000.000
3	Bak penampung air	1		300.000.000	300.000.000
4	Terminal Penumpang	120	M ²	1.500.000	180.000.000
	TOTAL Tahap II				2.938.500.000
III	Tahap III				
1	Dermaga kapal Penumpang	1.440	M ²	4.000.000	5.760.000.000
2	Terminal Penumpang	300	M ²	1.500.000	450.000.000
3	Dermaga multi purpose	1	Ls	10.000.000.000	10.000.000.000
4	Dermaga peti kemas	1	Ls	10.000.000.000	10.000.000.000
	TOTAL Tahap III				26.210.000.000

Tabel 7. Proyeksi Arus Kapal, Barang dan Penumpang

No	Jenis Pelayanan	Satuan	Tahun			
			1997	2003	2008	2018
I	Proyeksi arus kapal					
1	Luar negeri	Unit	0	5	10	50
		GRT	0	8.884	11.052	15.387
2	Dalam negeri	Unit	391	515	593	749
		GRT	171.323	258.113	356.651	499.727
3	Kapal industri	Unit	28	58	99	170
		GRT	97.445	171.072	225.815	596.152
4	Lain-lain	Unit	6	21	32	53
		GRT	3.648	12.768	19.152	31.601
5	Kapal penumpang		0	0	0	0
	Jumlah	Unit	425	599	734	1.022
		GRT	272.416	450.837	612.670	1.142.867

Tabel 8. Perhitungan biaya manfaat

Discount Rate	12%	15%	18%
NPV	15.839.743.497	10.143.692.759	6.330.572.885
BCR	1,77	1,57	1.40

Tabel 9. Nilai uji sensitifitas

	Biaya Naik 10% Manfaat tetap	Biaya tetap Manfaat turun 10%	Biaya naik 10% Manfaat turun 10%
NPV	4.750.017.881	4.116.960.593	2.536.405.588
BCR	1,273	1,260	1.146

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari kajian kelayakan ini dapat ditarik beberapa simpulan. Rencana pengembangan pelabuhan Celukan Bawang sudah tersusun sampai lima tahun kedepan. Untuk mendapatkan dalam perairan yang cukup untuk kapal besar maka terumbu karang harus dipotong. Sesuai dengan hasil kajian ini terumbu karang yang ada sudah mati. Analisa ekonomi memberikan hasil bahwa pekerjaan pengembangan pelabuhan ini masih layak untuk dilakukan.

Saran

Untuk meningkatkan pelayanan pada pelabuhan Celukan Bawang, dan untuk mencapai daerah tujuan pemasaran barang dari bongkar muat kapal dengan lebih lancer, disarankan untuk meningkatkan tingkat pelayanan jaringan jalan bagi truk bermuatan berat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Pimpinan dan Staff Bappeda Provinsi Bali, atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan studi analisis kelayakan pengembangan Pelabuhan Celukan Bawang ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bappeda Provinsi Bali. 2002. Laporan Akhir: Perencanaan/Study Kelayak-

an Pelabuhan Celukan Bawang di Kabupaten Buleleng. Denpasar
 Budiarta R.M, N. dan Arnatha, I M. 1999. Pelabuhan, PT Guna Widya, Surabaya
 Husnan, S. dan Muhammad, S. 2000. Analisa Ekonomi Teknik, Andi Offset, Yogyakarta
 Kramadibrata, S. 1985. Perencanaan Pelabuhan, Ganeca Exact, Bandung.
 Quin Alonzo, Q. 1972. Design and Construction of Ports and Marine Structures. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Company, NY.
 Redana, I W. 1988 Diktat Pelabuhan, Jurusan Teknik Sipil, FT. Unud (untuk kalangan sendiri)