

REKAYASA *ECO-HYBRID* UNTUK RESTORASI PANTAI KEDUNGU, BALI

Vivi Yovita Indriasari¹ dan Rudhy Akhwady²

¹P3SDLP, Balitbang KP, Jl Pasir Putih 1 Ancol Timur

²P3SDLP, Balitbang KP, Jl Pasir Putih 1 Ancol Timur

Email: vivi_yovita@kkp.go.id

Abstrak: Pesisir merupakan wilayah yang sangat rentan terhadap berbagai bencana yang datang dari laut, salah satu bentuk bencana tersebut adalah kerusakan pantai (erosi). Untuk menanggulangi masalah tersebut perlu dilakukan mitigasi bencana dengan mereduksi serangan gelombang dan arus sebagai penyebab utama erosi. Hingga saat ini penanggulangan kerusakan pantai membutuhkan biaya yang sangat besar, sehingga perlu adanya inovasi perlindungan pantai yang ramah lingkungan dan biaya murah supaya garis pantai di Indonesia bisa tetap terjaga. Penelitian ini dilakukan dengan mengaplikasikan sistem pelindung *Eco-hybrid* (kombinasi antara serabut kelapa dan vetiver) untuk merestorasi kerusakan pantai dengan berbasis material lokal serta mudah dalam pemasangan dan perawatan. Digunakannya rumput vetiver dikarenakan mempunyai perakaran yang kuat dan mampu menstabilkan daya dukung tanah dengan akarnya yang menyatu dengan tanah dan menambah kuat tarik tanah (komposit). Fungsi dari serabut kelapa dalam penelitian ini adalah sebagai tempat penyimpanan cadangan air bagi vetiver selama awal pertumbuhan. Parameter efektifitas rekayasa *eco-hybrid* ini diamati dengan mengukur laju pertumbuhan akar vetiver dan peningkatan kuat geser tanah. Hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa vetiver mampu tumbuh dengan baik dengan tingkat ketahanan vegetasi yang bagus dan belum terjadinya biodegradasi material serabut kelapa, dan terjadi sedimentasi di sepanjang garis pantai tempat vetiver ditanam.

Kata kunci: restorasi, *eco-hybrid*, perlindungan pantai

ECO-HYBRID ENGINEERING TO RESTORE KEDUNGU BEACH, BALI

Abstract: *The coastal area was highly vulnerable to various disasters from the ocean, one of disaster type is the coastal erosion. To overcome the problem was needed disaster mitigation to reduce wave and current attack as a primary damage. Presently, disaster mitigation to protect coastline require enormous costs, so need the innovations for coastal protection in Indonesia based on environmental friendly and low cost. This research was conducted by applying a Eco-hybrid system (as a combination of coconut fibers and vetivers vegetation) to restore coastal erosion with local material and easiness installation and maintenance. The used of vetiver vegetation due to have strong and long root to stabilize the soil bearing capacity, the roots in the soil will increase the tensile strength (soil composite). Coconut fibers in this research used to water storage for vetiver vegetation during early growth. Effectiveness parameters of eco-hybrid engineering was observed by measuring the rate of root growth and increase of soil shear strength. Finally, the research conclusion were the vetiver vegetation grew in high resilience level and coconut fibers werent biodegradable yet and also sedimentation shoreline in the shoreline along the vetiver plants.*

Keyword: *restoration, eco-hybrid, coastal protection*

PENDAHULUAN

Jenis tanaman untuk perlindungan pantai saat ini yang biasa digunakan adalah mangrove, tetapi upaya penanaman mangrove untuk penanggulangan erosi pantai akan terkendala apabila pantai yang terkena erosi adalah pantai berpasir. Seperti kita ketahui bahwa tanaman mangrove hanya dapat tumbuh pada tanah gambut yang berlumpur, sementara sebagian besar pantai di Indonesia merupakan perairan yang tertutup pasir. Dalam upaya penanggulan erosi pantai berpasir tersebut mencari vegetasi yang cocok ditanam di tempat tersebut adalah langkah yang penting dalam tingkat keberhasilannya. Di antaranya yang belum banyak dikembangkan adalah rumput vetiver (*Vetiveria zizaniodes*).

Pada umumnya rumput vetiver dapat ditemui di dataran tinggi sebagai vegetasi yang digunakan sebagai penahan tanah dari kelongsoran. Untuk daerah pantai, tanaman ini memang bukan tanaman yang biasa dapat ditemukan. Vetiver dapat tumbuh di tanah dengan tingkat salinitas (Gambar 1), keasaman, alkalinitas, sodisitas, dan mengandung jenis logam berat, dan bahan kimia pertanian. Vetiver dapat diterapkan untuk konservasi tanah dan air, kendali sedimen, stabilisasi tanah dan rehabilitasi serta fitoremediasi. Rumput vetiver dapat tumbuh pada berbagai kondisi iklim yaitu iklim tropis, semi-tropis, dan Mediterania. Selain itu, rumput vetiver dapat bertahan hidup dengan sangat sedikit atau tanpa perawatan.

Menurut Wijayakusuma (2007), akar vetiver mampu menembus lapisan setebal 15 cm yang sangat keras. Di lereng keras dan berbatu, vetiver mampu masuk dan menembus seperti jangkar yang kuat. Cara kerja akar ini seperti besi kolom yang menembus lapisan tekstur tanah. Pada saat yang sama menahan partikel-partikel tanah dan air dengan akar serabutnya. Kondisi ini dapat mencegah erosi yang disebabkan oleh angin dan air sehingga disebut sebagai “kolom hidup”. Dengan karakter akar seperti ini, menjadikan keunggulan vetiver dapat dimanfaatkan sebagai vegetasi pelindung pantai dari kemunduran akibat erosi.



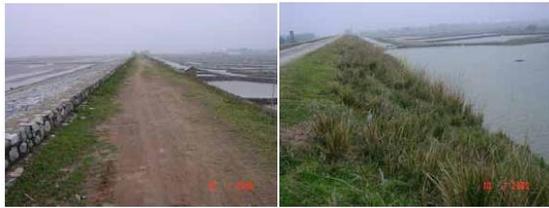
Gambar 1. Vetiver mentoleransi salinitas tinggi (Truong, 2011)

Kekurangan rumput vetiver selama ini adalah pertumbuhannya akan melambat di lokasi yang kurang mendapat cahaya matahari, dalam masa perawatan tersebut harus dijaga dari bahaya dimakan binatang ternak, umumnya vetiver memerlukan waktu sekitar 2-3 bulan untuk dapat berfungsi sebagai penahan tanah.

Dalam penelitian yang dilakukan, vetiver ditanam di sela-sela serabut kelapa yang disebut dengan *Eco-hybrid* untuk perlindungan pantai. Perakaran rumput vetiver diperkirakan akan kuat dan mampu tumbuh 2-4 m dalam waktu 1 tahun yang bersifat komposit yakni mempunyai kuat tarik yang tinggi dan melekat pada tanah. Dalam masa awal pertumbuhannya, vetiver memerlukan air yang cukup banyak. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan material lain seperti serabut kelapa yang fungsinya untuk penyerapan air dan menjaga ikatan akar dengan tanah agar tidak mudah terbawa oleh hempasan gelombang.

PENERAPAN *VETIVER SYSTEM* UNTUK PERLINDUNGAN PANTAI

Le Van Du dari Ho Chi Minh City Agro Forestry University tahun 2001 memulai percobaan tentang tanah asam sulfat untuk menstabilkan kanal dan saluran irigasi dan sistem tanggul laut dipropinsi Go Cong. Vetiver tumbuh dengan sangat baik hanya dalam beberapa bulan, meskipun tanah yang ditanami tidak subur. Sekarang vetiver ini telah melindungi tanggul laut, mencegah erosi permukaan, dan membantu tumbuhnya spesies lokal (Truong, 2011) seperti yang terlihat Gambar 2.



Gambar 2. Struktur luar yang terbuat dari batu dan struktur dalam yang ditanami vetiver (Truong, 2011)

Menurut Truong (2011), selama vetiver tidak terendam langsung oleh air laut, maka tanaman ini akan mampu tumbuh baik di tanah dengan salinitas yang tinggi. Pada pengujian yang dilakukan oleh Huaiman (1999) dengan menggunakan air laut buatan dengan kandungan 48 ds/m tumbuhan vetiver tidak bisa hidup. Namun, pot percobaan dan uji lapangan di lokasi yang terletak di 200 m dari laut di Tianjing (39 N) dari utara Cina menunjukkan bahwa akar wangi tumbuh dengan baik pada tanah yang mengandung garam 0,8%. Rumput mencapai ketinggian 160 cm pada tahun pertama penanaman (Shu et al., 1999).

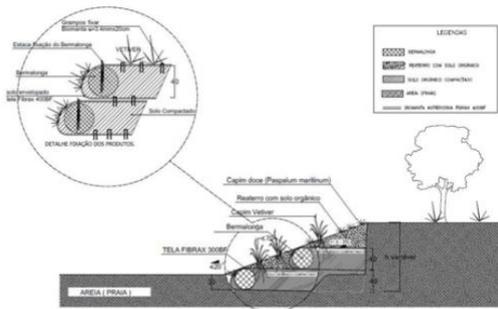
Pada bulan Desember 2001, penerapan penanaman rumput vetiver sebagai pelindung pantai di Indonesia yang dilakukan oleh David Both dari East Bali Proverty Project. Pengaplikasian dilakukan untuk melindungi sebuah villa di pantai Ketewel, Bali Selatan. Penanaman rumput vetiver di pantai dilakukan dengan menanam tanaman yang sudah ditanam di *polybag* selama 6 bulan. Hal tersebut dimaksudkan agar rumput vetiver yang sudah ditanam di *polybag* tersebut lebih cepat adaptasinya di lokasi pengaplikasian yang termasuk mempunyai salinitas tinggi. Sebelum penanaman, pasir pantai tersebut dicampur dengan pupuk organik. Untuk perawatan, rumput vetiver disiram selama 30 hari ke depan. Setelah 10 hari pertumbuhan akar rata-rata sepanjang 25 cm. Dalam waktu 3 bulan, panjang akar 2 meter dan rumput tumbuh dengan baik meskipun tersiram gelombang laut setiap harinya (Both, 2002) seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi vetiver sebagai pelindung pantai di Pantai Ketewel, Bali (Both, 2002)

Pada tahun 2009, penerapan rumput vetiver sebagai pelindung pantai di Brazil. Penerapan dilakukan dengan mengkombinasikan rumput vetiver dengan serabut kelapa. Konsep desain perlindungan pantai dapat dilihat pada Gambar 4. Serabut kelapa yang diaplikasikan dengan bentuk lembaran dan berbentuk gulungan untuk melindungi sedimen. Dan untuk melindungi bahaya pengikisan pada struktur serabut kelapa, digunakan potongan batang kelapa yang dibentuk seperti pagar yang ditempatkan di depan serabut kelapa yang berbentuk gulungan. Setelah setahun pemasangan, rumput vetiver dapat bertahan walaupun kena badai dan gelombang laut seperti pada Gambar 5 (Lucena, 2010).

Tahun 2011 di Pago Bay, Guam dilakukan penanaman rumput vetiver untuk mencegah erosi pantai dan sedimen masuk ke perairan. Di daerah tersebut terdapat terumbu karang. Salah satu bahaya yang mengancam kehidupan terumbu karang adalah erosi tanah yang mengakibatkan sedimentasi. Dengan penanaman vetiver di sepanjang pesisir dapat menahan sedimen masuk ke perairan. Dalam proyek percontohan ini, penanaman vetiver dilakukan sepanjang pantai Pago Bay dan berdekatan dengan areal perumahan. Rumput vetiver ditanam dibentuk seperti tanaman untuk memperindah taman sehingga tidak mengganggu estetika areal perumahan tersebut. Setelah beberapa bulan penanaman, rumput vetiver membentuk pagar tebal yang mencegah sedimen dari erosi terbawa air mengalir ke laut.



Gambar 4. Disain pelindung pantai di Brazil (Lucena, 2010)



Gambar 5. Vetiver digunakan sebagai pelindung pantai di San Paolo, Brazil, 2010

Rumput vetiver ini juga diharapkan dapat melindungi daerah pantai terhadap gelombang pasang (Gambar 6). Pagar tanaman ini jelas menunjukkan bahwa sistem rumput vetiver adalah teknologi hayati yang unik, ekonomis, dan efektif untuk melindungi terumbu karang dari kerusakan lebih lanjut di daerah Pago Bay dan dapat diterapkan ke situs lain di sekitar pulau (Golabi 2011).



Gambar 6. Penerapan Rumput Vetiver di Pago Bay, Guam

Tahun 2010 Tim Reef Rangers dan Kementerian Pertanian Fiji melakukan penanaman vetiver untuk melindungi garis pantai dari kemunduran akibat erosi. Para tetua desa telah mencatat bahwa Yaro Village pantai telah terkikis oleh lebih dari 100 m hanya dalam 30 tahun terakhir. Upaya yang

dilakukan berhasil, tanaman vetiver tumbuh subur dan dapat menstabilkan garis pantai serta direkomendasikan sebagai solusi berbasis masyarakat untuk erosi pantai (Gambar 7) (Qera, 2011).



Gambar 7. Penanaman rumput vetiver di pesisir Pulau Kia, Fiji

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar keberhasilan Teknologi *Eco-hybrid* dapat digunakan sebagai alternatif perlindungan pantai di daerah pantai pasir.

METODE PENELITIAN

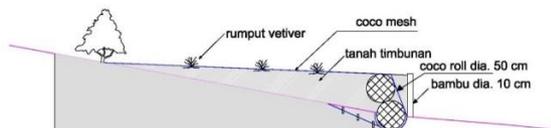
Lokasi studi berada antara S 08°35'55.65" dan E 115°04'28.36" Pantai Batu Tampih Desa Pangkung Tibah Kecamatan Kediri. Pantai Batu Tampih Lokasinya kurang lebih 10 km dari kota Tabanan. Pantai ini belum terjamah kehidupan wisata secara profesional, walau terkadang ada wisatawan lokal dan asing dengan jumlah tertentu yang datang untuk main selancar.



Gambar 8. Lokasi studi

Di lokasi tersebut terjadi kemunduran pantai akibat gelombang yang sudah membahayakan pura dan rumah penduduk. Dari pengamatan yang dilakukan, penanganan yang dilakukan adalah teknologi *Eco-hybrid* untuk perlindungan pantai. Aplikasi teknologi

Eco-hybrid ini mengadopsi konsep disain yang sudah dilakukan di Brazil. Akan tetapi material yang digunakan disesuaikan dengan ketersediaan material yang ada di lokasi, seperti spesifikasi serabut kelapa yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dan pelindung kaki (*toe protection*) menggunakan bambu lokal. Serabut kelapa didatangkan dari kota Kebumen Jawa Tengah. Daerah tersebut dikenal sebagai sentra produksi serabut kelapa dan produk turunannya. Serabut kelapa diolah menjadi lembaran tekstil (*coco-mesh*) dan gulung (*coco-roll*) secara manual dengan melibatkan warga sekitar yang sebagian besar berprofesi sebagai ibu rumah tangga. Vetiver muda diperoleh dari organisasi vetiver Indonesia yang berlokasi di Bali. Rumpun vetiver diperbanyak dengan memisahkan anakan/tunas dewasa dari rumpun rumput vetiver atau tanaman induk. Cara ini menghasilkan slip cabutan yang kemudian ditanam atau dibiakkan di *polybag*. Selanjutnya dilakukan perawatan pasca pemasangan pelindung pantai dari serabut kelapa dan rumput vetiver dengan menyiram air secara rutin selama 1 bulan. Tahap ini krusial karena pemasangan serabut kelapa dan rumput vetiver dilakukan pada musim kemarau. Serabut kelapa yang terjemur menjadi cepat kering dan mudah terbakar sehingga penyiraman diperlukan untuk menjaga kelembaban serabut kelapa. Penyiraman juga diperlukan agar rumput vetiver muda mendapat suplai air yang cukup untuk tumbuh lebih cepat. Setelah 1 bulan, rumput vetiver tumbuh dengan subur di antara serabut kelapa dan siap berfungsi sebagai penahan erosi pantai. Disain teknologi *Eco-hybrid* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Disain penerapan teknologi *Eco-hybrid* sebagai pelindung pantai di Tabanan

Untuk melihat perkembangan *echo hybrid* serabut kelapa dan rumput vetiver dapat berfungsi sebagai pelindung pantai, dilakukan beberapa upaya pemantauan berupa:

1. Pengukuran sifat fisik vegetasi berupa panjang akar, diameter rumpun, tinggi daun

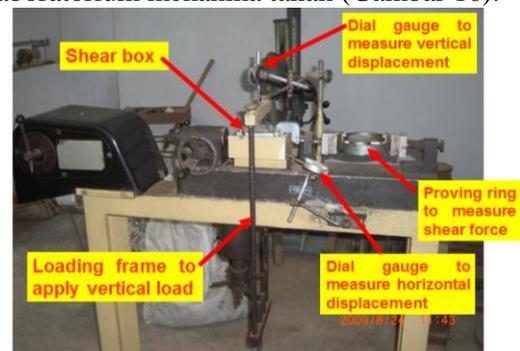
Pengukuran dilakukan menggunakan meteran dan jangka sorong, Pengambilan data perkembangan sifat fisik vegetasi ini dilakukan setiap 6 bulan setelah penanaman vegetasi. Pengukuran perkembangan akar diukur dengan menggali tanah di sekitar tanaman dengan jarak lebih dari lubang tanam di setiap sisi dari tanaman.

2. Pemantauan persentase pertumbuhan vegetasi

Pemantauan persentase pertumbuhan vegetasi ini dilakukan untuk melihat seberapa besar tingkat keberhasilan vegetasi dapat beradaptasi dengan lingkungan pesisir. Pengukuran dilakukan dengan cara melihat beberapa rumpun yang mati dari tiap 6 bulan setelah penanaman dan kemudian dibandingkan dengan jumlah rumpun yang ditanam awalnya.

3. Perubahan sifat tanah

Perubahan sifat tanah ini dilakukan dengan pengambilan sampel tanah dalam kondisi tidak terganggu (*undisturbed*) dan kemudian dilakukan pengujian dengan uji geser langsung (*direct shear*). Sampel tanah yang diambil dengan kondisi dengan dan tanpa vegetasi. Pengujian dilakukan di laboratorium mekanika tanah (Gambar 10).



Gambar 10. Peralatan *direct shear*

4. Pengukuran perubahan garis pantai setelah aplikasi *echo-hybrid* serabut kelapa dan rumput vetiver sebagai pelindung pantai dengan melakukan pengukuran topografi di lokasi riset sebelum dan sesudah dilakukannya pengaplikasi pelindung pantai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan vegetasi

Penelitian sebelumnya yang dilakukan di Tabanan Bali pada tahun 2014, untuk diameter batang sebanyak 10 sampel, dan untuk pengukuran panjang akar sebanyak 5 sampel. Jumlah sampel yang diambil diharapkan dapat mewakili perkembangan Pengambilan sampel di lokasi vegetasi. Pada Gambar 11-13 terlihat perkembangan vetiver dari tiap pemantauan yang ditanam pada bulan Oktober tahun 2014.



Gambar 11. Fase awal penanaman rumput vetiver (Oktober 2014)



Gambar 12. Kondisi rumput vetiver setelah sebulan penanaman (November 2014)

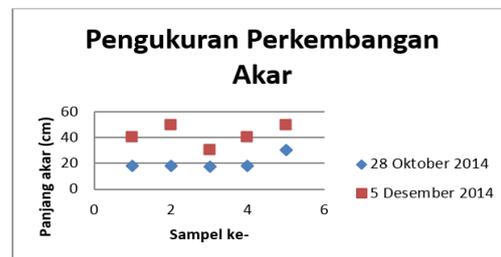


Gambar 13. Kondisi rumput vetiver setelah setahun penanaman (November 2015)

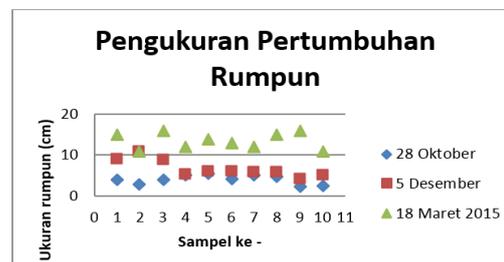
Pemotongan daun vetiver setelah 6 bulan penanaman penting dilakukan. Daun vetiver dipotong setinggi 15-20 cm dari tanah. Pemotongan ini dimaksudkan agar pertumbuhan akar maksimal, membantu pertumbuhan tunas baru dan meminimalkan bahaya kebakaran. Pada Gambar 13 terlihat daun vetiver berwarna kuning dan terlihat seperti tanaman mati. Kondisi tersebut disebabkan oleh kemarau yang cukup panjang,

akan tetapi vetiver tersebut masih bertahan hidup.

Gambar 14 dan 15 merupakan hasil pengukuran pertambahan akar dan rumpun. Pengukuran pertumbuhan akar hanya dapat diukur sampai Desember 2014 karena akarnya bertambah panjang dan tidak dapat dilihat lagi setelah 1 m di bawah tanah karena harus digali sampai jauh ke dasar tanah. Dari hasil pengukuran tersebut terlihat akarnya bagus dan tetap memanjang vertikal ke bawah. Pada bulan Maret 2015, terlihat rumpun bertambah besar dan muncul anakan vetiver baru. Pengukuran pertumbuhan akar dan rumpun dilakukan seperti Gambar 16.



Gambar 14. Perkembangan Pertumbuhan Akar



Gambar 15. Perkembangan Pertumbuhan Rumpun



Gambar 16. Pengukuran panjang akar dan diameter rumpun rumput vetiver

Hasil Direct Shear Test

Sampel diambil sebanyak 10 untuk tanah asli, dan 4 untuk tanah yang sudah ditumbuhi rumput vetiver. Perkembangan diamati 1 bulan setelah penanaman (Gambar 17). Sampel diambil menggunakan pipa besi yang ditutup bagian bawahnya untuk diuji *direct shear test*-nya. Sampel tanah asli dan sampel tanah yang sudah ditumbuhi rumput vetiver kemudian dibandingkan untuk melihat perubahan kekuatan tanahnya. Pengujian geser langsung dilakukan untuk memperoleh sudut geser dalam efektif (ϕ') dan kohesi efektif (c') dengan kecepatan penggeseran yang lambat. Perubahan sudut geser dapat dilihat pada Gambar 18. Dari data tersebut dapat dilihat adanya peningkatan sudut geser tanah setelah tanah ditumbuhi rumput vetiver. Peningkatan kuat geser rata-rata sebesar 39,6 % dari tanah asli. Pengamatan akan terus dilanjutkan tiap 6 bulan.

Pengaruh adanya tanaman pada tanah adalah akar tanaman akan menyerap air hujan yang terfiltrasi ke dalam tanah melalui proses *evapotranspirasi* oleh tanaman, dapat meningkatkan tegangan pori negatif dan membatasi timbulnya tegangan pori positif. Pengaruh ini menyebabkan perubahan pada kedua parameter (tegangan air pori dan tegangan udara pori) yang memberikan pengaruh terhadap tegangan geser serta volume tanah. Akar tanaman memperkuat tanah melalui penyaluran tegangan geser tanah menjadi perlawanan tarikan oleh akar-akar tersebut (Santiawan, 2007).

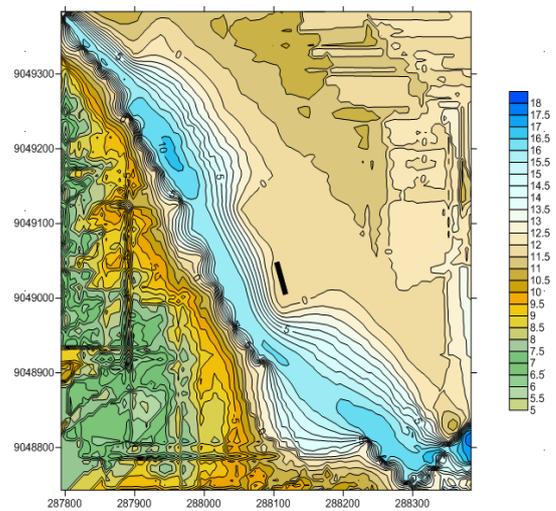


Gambar 17. Pengambilan sampel tanah untuk pengujian *Direct Shear Test*



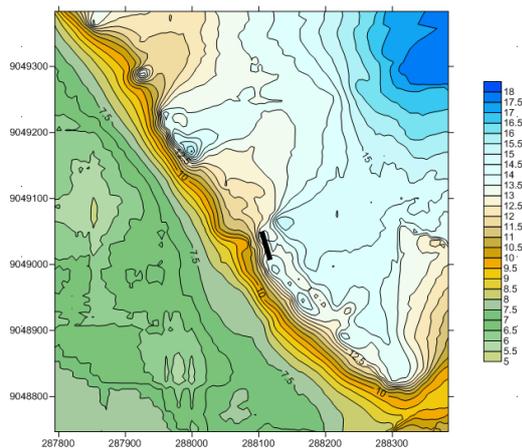
Gambar 18. Perbandingan sudut geser tanah

Hasil perubahan garis pantai



Gambar 19. Topografi tahun 2014

Pengukuran perubahan garis pantai dilakukan dengan survei topografi (Gambar 20) yang dilakukan pada saat sebelum aplikasi dan setelah setahun pemasangan pemasangan pelindung pantai. Dari Gambar 19 dan 20 terlihat perubahan sedikit sedimentasi di depan bangunan pelindung pantai. Pengukuran topografi akan terus dilakukan setiap tahunnya untuk mengetahui keefektifan pelindung pantai *echo-hybrid* serabut kelapa dan rumput vetiver ini.



Gambar 20. Topografi tahun 2015

SIMPULAN

Perkembangan penerapan pelindung pantai sistem *echo-hybrid* serabut kelapa dan rumput vetiver di lokasi terdahulu yaitu di Pantai Batu Tampih Tabanan, terlihat baik. Terlihat dari tingkat ketahanan vegetasi yang bagus, tidak terjadinya kerusakan pada material serabut kelapa dan masih bertahannya bangunan pelindung pantai. Dari monitoring dengan uji direct shear di laboratorium, persen peningkatan kuat geser tanah rata-rata 39,6 % dibandingkan dengan tanah yang tidak ditanami rumput vetiver. Peningkatan sudut geser tersebut bisa dijadikan indikator terhadap meningkatnya kekuatan tanah. Dari hasil pengukuran topografi juga terlihat adanya sedimentasi di depan bangunan yang diharapkan terus bertambah sehingga garis pantai jadi lebih maju.

PUSTAKA

- Effendi, E. 2009. *Vegetasi Pantai*. <http://perikananunila.wordpress.com/2009/07/31/vegetasi-pantai/> diakses 2010.
- Pusat Litbang Jalan dan Jembatan PU. 2012. *Vetiver Rumput Perkasa Penahan Erosi*.
- Wijayakusuma, R., 2007. Green Design Seminar Stabilitas Lahan dan Fitoremediasi dengan *Vetiver System*, Prigen, Pasuruan, Jawa Timur.
- Truong, P., 2011. *Buku Panduan Teknis Penerapan Sistem Vetiver*. The Indonesian Vetiver Network.
- Shu, W.G., Cao, L.X. and Qi, S.Y. 1999. Preliminary Report on the introduction of

vetiver in Tianjing Annual Report, China Vetiver Development Foundation, Nanjing.

Booth, D. 2002. Vetiver Helps Protect Beach Erosion in Bali. *The Vetiver Network Newsletter* 24.

Lucena, L. 2010. *Coastal Erosion Control and Landscaping Using Vetiver Grass*. The Vetiver Network International.

Golabi, M. 2011. *Bioengineering uses vetiver grass to save coral reefs near Guam*, University of Guam. <http://www.sciencedaily.com/releases/2011/04/110408101924.htm>. Diakses 2014

Qera, M. 2011. *Addressing Coastal Erosion on Kia Island*, <http://c-3.org.uk/c3-fiji-addressing-coastal->. Diakses 2014

Santiawan, I. 2007. Penggunaan vegetasi (rumput gajah) dalam menjaga kestabilan tanah terhadap kelongsoran, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 11, 1.