

Prosiding

Peningkatan Peran Riset & Pendidikan Teknik Sipil
dalam Penyelenggaraan Infrastruktur
yang Efektif, Efisien dan Berkelanjutan

Volume 2:
Manajemen Konstruksi, Keairan, Struktur

14 Oktober 2011

Aula Fakultas Teknik,
Universitas Sumatera Utara
Jln. Almamater
Kampus USU, Medan

Komite Ilmiah Seminar Nasional 1 BMPTTSSI-KoNTekS 5

No	N a m a	Universitas
1	Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D	Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2	Dr. Ir. Peter F. Kaming, M.Eng	Universitas Atma Jaya Yogyakarta
3	Ir. John Tri Hatmoko, M.Sc	Universitas Atma Jaya Yogyakarta
4	Prof. Dr. Ir. Priyosulistyo, M.Sc	Universitas Gajah Mada
5	Prof. Dr. Ir. Sunjoto, Dipl., HE	Universitas Gajah Mada
6	Dr. Ir. Ahmad Rifai, M.T	Universitas Gajah Mada
7	Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D	Universitas Gajah Mada
8	Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA	Universitas Udayana
9	Dewa Made Priyantha Wedagama, S.T.,M.T.,M.Sc.,Ph.D	Universitas Udayana
10	Dr. Ir. H. Suharjanto, MSCE	Universitas Janabadra
11	Dr. Nindy Cahyo Kresnanto, S.T., M.T	Universitas Janabadra
12	Dr. Jane Sekarsari	Universitas Trisakti
13	Dr. Bambang E. Yuwono	Universitas Trisakti
14	Dr. Bagus Haryo Setiaji, M.Sc	Universitas Diponegoro
15	Dr. Ir. Suripin	Universitas Diponegoro
16	Prof. Dr. Ir. Roesiyanto, MSME	Universitas Sumatera Utara
17	Prof. Dr. Ir. Bachrian Lubis, M.Sc	Universitas Sumatera Utara
18	Ir. Suparyo, M.T	Universitas Semarang
19	Purwanto, S.T., M.T	Universitas Semarang
20	Prof. Dr. Ir. Roesdiman Soegiarso, M.Sc	Universitas Tarumanagara
21	Prof. Dr. Ir. Chaidir Anwar Makarim, MSCE	Universitas Tarumanagara
22	Sriatmaja, Ph.D	Univ. Muhammadiyah Yogyakarta
23	Jazaul Ikhsan, Ph.D	Univ. Muhammadiyah Yogyakarta
24	Ir. Setyo Winarno, M.T., Ph.D	Universitas Islam Indonesia
25	Prof. Ir. Moch. Teguh, MSCE, Ph.D	Universitas Islam Indonesia
26	Ir. Simon Dertha, M.T	Universitas Katholik Santo Thomas
27	Ir. Oloan Sihotang, M.T	Universitas Katholik Santo Thomas
28	Ir. Patar Pasaribu, Dipl. Ing	Universitas HKBP Nommensen
29	Ir. Paima Simbolon, M.Sc	Universitas HKBP Nommensen
30	Prof. Dr. Ing Harianto Hardjasaputra	Universitas Pelita Harapan
31	Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto, M.T	Universitas Pelita Harapan
32	Dr. Azmeri, S.T., M.T	Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
33	Dr. Renn Anggraini, S.T., M.Eng	Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

KATA SAMBUTAN

Sekretaris Jenderal BMPTTSSI

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad, hidayah dan kesehatan bagi kita semua sehingga acara Seminar Nasional 1 BMPTTSSI - KoNTeks5 dan Musyawarah Nasional X BMPTTSSI ini bias terselenggara di Universitas Sumatra Utara Medan.

Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI) dibentuk sebagai wadah kerjasama antar perguruan tinggi teknik sipil di Indonesia, dengan melaksanakan komunikasi, konsultasi, dan koordinasi dalam menyelenggarakan program-program Pendidikan Tinggi Teknik Sipil. Dalam mewujudkan tujuan dan melaksanakan fungsinya BMPTTSSI melakukan usaha secara terprogram di bidang akademis dan bidang lain yang ditetapkan dalam Musyawarah Nasional (Munas), yang dilaksanakan setiap tiga tahun. Untuk lebih meningkatkan komunikasi yang lebih intensif, dalam Munas ke X BMPTTSSI kali ini juga diselenggarakan Seminar Nasional 1 BMPTTSSI yang bekerjasama dengan KoNTeks5 (SN 1 BMPTTSSI-KoNTeks5). Kami sangat bahagia bahwasanya seminar nasional yang baru pertama kali diselenggarakan dalam rangka Munas ini mendapat dukungan yang cukup baik. Seminar dilaksanakan bersama dengan KoNTeks5. Penyelenggaraannya dilakukan bersama-sama oleh 15 perguruan tinggi yang menunjukkan semangat kebersamaan antar perguruan tinggi. Sambutan dari pemakalah juga sangat bagus, dengan masuknya lebih dari 170 makalah. Seminar ini bisa menjadi wahana pertukaran informasi tentang riset, pengabdian kepada masyarakat dan kegiatan lain di masing-masing perguruan tinggi. Kami berharap bahwa penyelenggaraan Seminar Nasional BMPTTSSI ini bisa menjadi tradisi dalam Munas BMPTTSSI.

Munas X BMPTTSSI di Universitas Sumatra Utara Medan diselenggarakan sebagai tindak lanjut dari Munas IX di Universitas Internasional Batam Batam pada tanggal 2 Nopember 2008 dan Pra Munas di Universitas Tarumanegara Jakarta pada tanggal 3 Juli 2010. Topik yang dibahas adalah 1) Kurikulum Inti 2010, 2) Program Kerjasama Kemitraan dan Program Unggulan, 3) AD/ART dan Organisasi, 4) Website BM-PTTSSI, 5) Pengelolaan Direktori BMPTTSSI, dan 6) Isu-isu Ketekniksipilan yang Berkembang dalam Masyarakat, serta 7) pemilihan Sekretaris Jendral BMPTTSSI periode 2011-2015. Topik-topik tersebut sangat penting bagi penyelenggaraan pendidikan teknik sipil di Indonesia. Hal ini mengingat banyaknya perguruan tinggi teknik sipil yang mencapai lebih dari 240 institusi dengan berbagai tingkat kualitas. Keberadaan BMPTTSSI ini diharapkan bisa menjadi jembatan untuk menyetarakan kualitas perguruan tinggi teknik sipil di Indonesia. Kami berharap bahwa Seminar Nasional 1 BMPTTSSI - KoNTeks5 dan Munas X BMPTTSSI dapat memberikan hasil yang bermanfaat bagi perkembangan pendidikan tinggi teknik sipil di Indonesia.

Atas nama BMPTTSSI kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara sebagai Penyelenggara Seminar dan Munas, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta sebagai penggagas Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) yang pelaksanaan KoNTekS kelima (KoNTeks5) digabung dengan seminar BMPTTSSI, 15 Perguruan Tinggi Penyelenggara SN 1 BMPTTSSI-KoNTeks5, Perguruan Tinggi yang menyiapkan dan membahas topik-topik Munas, dan semua pihak yang telah menyiapkan acara yang sangat penting ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada semua pemakalah dan peserta seminar, para Ketua Jurusan/Departemen/Program Studi beserta staf serta para tamu undangan yang telah mendukung acara ini.

Akhirnya, atas nama BMPTTSSI, kami mengucapkan terima kasih kepada semua peserta Seminar dan Munas serta Panitia sehingga Seminar dan Munas ini bisa terselenggara dan sukses

Yogyakarta 26 September 2011

Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, DEA
Sekjen BMPTTSSI

KATA SAMBUTAN

Ketua Departemen Teknik Sipil FT-USU

Sekapur sirih dari Panitia Pelaksana

Pertama sekali, kami mengucapkan selamat datang di Medan bagi seluruh peserta Seminar Nasional 1 BMPTTSSI-KoNTeksS 5 dan Musyawarah Nasional ke X Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI). Suatu kehormatan bagi Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara dapat menyelenggarakan Seminar Nasional 1 BMPTTSSI- KoNTeksS 5 yang diadakan pada tanggal 14 Oktober 2011, sekaligus Musyawarah Nasional ke X BMPTTSSI pada 15 Oktober 2011 s/d 16 Oktober 2011. Terima kasih kami ucapkan kepada BMPTTSSI atas kepercayaan yang diberikan terutama kepada Sekjen BMPTTSSI Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo DEA dalam menunjuk USU sebagai tuan rumah dan penyelenggara Seminar dan munas kali ini. Terima kasih juga kepada Universitas Atmajaya Yogyakarta sebagai penggagas Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTeksS), terutama bapak Junaedi Utomo Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Atmajaya, Yogyakarta.

Pada kesempatan kali ini kami ingin menyampaikan sesuatu. Barometer kemajuan Indonesia dapat dilihat dari kemajuan Universitasnya. Kalau dilihat dari Utara ke Selatan, maupun dari Timur ke Barat Indonesia, kualitas Pendidikan Teknik Sipil sangat variatif. Oleh karena itu BMPTTSSI adalah wadah yang patut didukung keberadaannya agar tetap eksis, agar melalui program yang dibuat BMPTTSSI maka interaksi antara Pendidikan Teknik Sipil se Indonesia semakin intens, sehingga dari waktu ke waktu kualitas Pendidikan Teknik Sipil di Indonesia semakin merata dan semakin maju. Untuk itu marilah kita dukung Seminar dan Munas ini. Dengan Seminar dan Munas kita dapat mendapat info bermakna yang kemudian membawa ke universitas masing-masing.

Sebagai pelaksana Seminar dan Munas di Universitas Sumatera Utara Medan, jika ada pelayanan kami dan penyambutan kami yang terasa kurang, dengan sepuluh jari kami mohon maaf kepada seluruh peserta seminar dan munas.

Selamat berseminar dan selamat bermunas.

Hormat kami
Penyelenggara Seminar dan Munas

Prof Dr.-Ing. Johannes Tarigan
Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sumatera Utara (USU)

KATA SAMBUTAN

Ketua Program Studi Teknik Sipil FT-UAJY

Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih bahwa pada akhirnya Seminar Nasional I Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia yang digabung dengan penyelenggaraan KoNTeks5 (SN 1 BMPTTSSI-KoNTekS5) terselenggara di Universitas Sumatera Utara, Medan. SN-1 BMPTTSSI-KoNTekS5 terselenggara atas kerja sama BMPTTSSI dengan 15 institusi yaitu:

1. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
2. Universitas Sumatera Utara, Medan
3. Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta
4. Universitas Pelita Harapan, Jakarta
5. Universitas Udayana, Denpasar
6. Universitas Trisakti, Jakarta
7. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
8. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta
9. Universitas Diponegoro, Semarang
10. Universitas Syahkuala, Banda Aceh
11. Universitas Semarang, Semarang
12. Universitas Tarumanagara, Jakarta
13. Universitas Janabadra, Yogyakarta
14. Universitas Katolik Santo Thomas, Medan
15. Universitas HKBP Nomensen, Medan

Ada dua hal yang sangat menyenangkan dari SN-1 BMPTTSSI-KoNTekS5 yaitu banyaknya institusi penyelenggara dan jumlah makalah yang meningkat (171 pemakalah) yang meliputi bidang Geoteknik, Infrastruktur, Transportasi, Keairan, Struktur, Material dan Manajemen Proyek. Antusiasme terhadap seminar ini tercermin dari penulis makalah yang tersebar dari ujung timur sampai ujung barat Nusantara. SN-1 BMPTTSSI-KoNTekS5 menjadi ajang diseminasi bagi komunitas Teknik Sipil se Indonesia sehingga antara satu dengan yang lain dapat saling mengetahui apa yang sedang dipikirkan atau dikerjakan.

Banyaknya instusi penyelenggara sudah tentu memperpanjang rantai koordinasi, namun juga saling mendapat manfaat dengan banyaknya persepsi yang saling dipertukarkan saat bersama merancang seminar. Terima kasih sebesar-besarnya kami ucapkan kepada: para pembicara dan pemakalah, panitia yang telah bekerja keras untuk mewujudkan seminar ini, dan para sponsor (P.T. Semen Gresik Tbk., P.T. Pembangunan Perumahan dan C.V. Kokoh Bersama Sukses) Semoga seminar dan Munas X BMPTTSSI ini bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta 28 September 2011

Ir. Junaedi Utomo, M.Eng,
Ketua Program Studi Teknik Sipil, FT-UAJY

DAFTAR ISI	Hal.
KATA SAMBUTAN SEKRETARIS JENDERAL BMPTTSSI	III
KATA SAMBUTAN KETUA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FT-USU.....	IV
KATA SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FT-UAJY.....	V
DAFTAR ISI.....	VII

Manajemen Konstruksi

005	TINJAUAN TERHADAP SISTEM PENJAMINAN KEGAGALAN BANGUNAN PADA PROYEK GEDUNG Zaenal Arifin	MK-1
008	KEGAGALAN BANGUNAN DAN PROFESIONALISME AHLI SIPIL Sugeng Wiyono	MK-9
011	STUDI PENYERTAAN FAKTOR PERHITUNGAN NILAI WAKTU DALAM KONTRAK PROYEK KONSTRUKSI JALAN Dewa Ketut Sudarsana, Hitapriya Soeprayitno	MK-17
037	PENGATURAN KETENAGAKERJAAN DALAM INDUSTRI KONSTRUKSI DITINJAU BERDASARKAN UU NO 13 TAHUN 2003 (Studi Kasus di Kotamadya Medan) M. Ridwan Anas, Irwan Suranta Sembiring	MK-25
056	KAJIAN FAKTOR JENIS, PENYEBAB DAN WAKTU TERJADINYA KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI DI KOTA BANDA ACEH Buraida	MK-31
057	PERCEPATAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PENYEBERANGAN SELAT SUNDA DENGAN PENDEKATAN MANAJEMEN PROYEK Hary Agus Rahardjo	MK-39
079	IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR DOMINAN RISIKO INVESTASI PEMBANGUNAN TOWER TELEKOMUNIKASI Soffie Syarifita Dewi dan Bambang E. Yuwono	MK-45
154	PREDIKSI PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA KONSTRUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN <i>FUZZY LOGIC</i> Elizar	MK-53
159	STUDI PENGARUH PERBEDAAN HARGA PENAWARAN DAN HARGA PERKIRAAN SENDIRI (HPS) TERHADAP KINERJA PENYELESAIAN PROYEK-PROYEK PEMERINTAH Anton Soekiman and Elly El Rahmah	MK-59
171	USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FAHP) AND TOPSIS METHODS TO DETERMINE REGENCIAL ROAD HANDLING PRIORITY Dewa Made Priyantha Wedagama	MK-67
180	HUBUNGAN ANTARA KINERJA , INTENSITAS DAN BENTUK RANTAI PASOK PADA PROYEK BANGUNAN BERTINGKAT DI JAKARTA Dian Mustika dan Jane Sekarsari	MK-75

201	IDENTIFIKASI KENDALA PENERAPAN E-PROCUREMENT PADA PENGADAAN JASA KONSTRUKSI DI BANDA ACEH Nurisra	MK-83
212	VALUE ENGINEERING DITINJAU DARI METODE PELAKSANAAN DAN BAHAN BANGUNAN SERTA PERENCANAAN PROYEK PADA PEMBANGUNAN RUSUNAWA PROTOTYPE 5 LANTAI TYPE 36 Dwi Dinariana dan Imia Lukito	MK-91
223	IDENTIFIKASI KOMPETENSI SARJANA TEKNIK SIPIL BERDASARKAN PERSEPSI SUPERVISOR PADA BADAN USAHA JASA KONSTRUKSI Albani Musyafa	MK-99
224	IDENTIFIKASI PERSOLAN DOMINAN PENYEDIA BARANG/JASA KONSTRUKSI BERDASARKAN DOKUMEN PENAWARANNYA Albani Musyafa	MK-107
228	FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM MENYUSUN HARGA PENAWARAN PROYEK KONSTRUKSI Rinia Susanti dan Yohanes LD Adianto	MK-115
229	KAJIAN PARAMETER ESKALASI KONTRAK KONSTRUKSI PROYEK PEMERINTAH Didi Fahdiansyah dan Yohanes LD. Adianto	MK-123
232	STRUKTUR MODAL OPTIMAL DALAM ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PROYEK JALAN TOL Denny Abdurachman, Yohanes LD. Adianto dan Andreas Wibowo	MK-135
234	KAJIAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KUALITAS PROYEK PEMBANGUNAN BANGUNAN GEDUNG NEGARA Chandra dan Yohanes LD. Adianto	MK-143
243	STUDI FAKTOR PENYEBAB, DAMPAK, DAN MITIGASI RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG Dede Pramiadi Asmara, dan Yohanes Lim Dwi Adianto	MK-151
250	STRUKTURISASI FAKTOR DAN VARIABEL PENYEBAB KECELAKAAN KERJA JATUH PADA PROYEK KONSTRUKSI Rosmariyani Arifuddin, Akhmad Suraji, Yusuf Latief, Yulianto S. Nugroho, M. Ali Berawi	MK-159
142	STUDI DAMPAK EKONOMI PELABUHAN PARIWISATA KAPAL PESIAR (CRUISE SHIP TOURISM): SUATU TINJAUAN PUSTAKA I Made Arnatha dan Nyoman Budiarta R.M.	MK-165
226	MANAJEMEN RISIKO BIAYA KONSTRUKSI BANGUNAN MILIK NEGARA DALAM RANGKA MENINGKATKAN KINERJA BIAYA KONSTRUKSI DI WILAYAH INDONESIA BAGIAN TIMUR Manlian Ronald. A. Simanjuntak, Navy Anugrah Umasangadji	MK-173
225	ANALISA KELAYAKAN PROYEK GEDUNG PERTEMUAN DI KOTA PADANG PASCA GEMPA BUMI SUMATERA BARAT 30 SEPTEMBER 2009 Wendi Boy	MK-179
157	KOMPARASI HASIL PELAKSANAAN PROGRAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK KONSTRUKSI Peter F Kaming, Ferianto Raharjo, dan Robby Yulianto	MK-187
164	STUDI PENENTUAN NILAI KEWAJARAN HARGA PENAWARAN KONTRAKTOR DENGAN SISTEM EVALUASI NILAI Dewa Ketut Sudarsana, Nyoman Yudha Astana, Kadek Widayanti Putri	MK-193

251	DESKRIPSI DAN CAUSAL STRUCTURE PERISTIWA KECELAKAAN DI PROYEK KONSTRUKSI Akhmad Suraji	MK-201
Keairan		
009	NORMALISASI TAMPANG KALI CODE PASCA ERUPSI MERAPI 2010 Bambang Sulistiono	H-1
019	MENGEKSPRESIKAN HUBUNGAN HARMONI ANTARA UMUR LAYANAN DAN RISIKO DALAM INFRASTRUKTUR BANGUNAN AIR Soedarwoto Hadhiswoyo	H-7
022	ANALISA KAPASITAS TAMPUNGAN DAN SOLUSI PENGENDALIAN BANJIR KRUENG TRUMON KABUPATEN ACEH SELATAN-PROVINSI ACEH Azmeri	H-13
042	PENGGUNAAN PERSAMAAN PENDEKATAN UNTUK PANJANG GELOMBANG PANTAI Nizar Acmad	H-21
046	PENANGANAN LIMBAH LAUNDRY DENGAN TANGKI SEPTIK <i>FILTER UP FLOW</i> BER MEDIA PECAHAN BATU BATA Sardi	H-29
052	ANALISIS INTENSITAS HUJAN DI STASIUN KALIBAWANG KABUPATEN KULONPROGO Titiek Widyasari	H-37
065	KOTA YANG BERKELANJUTAN DILIHAT DARI ASPEK KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU Siti Sujatini	H-45
066	STUDY ON EFFECT OF SEDIMENT SUPPLY CONDITIONS ON POROSITY AND GRAIN SIZE CHANGES OF RIVER BED Jazaul Ikhsan	H-51
073	STUDI PENGENDALIAN BANJIR KOTA TEMBILAHAN KABUPATEN INDRAGIRI HILIR Tania Edna Bhakty dan Nur Yuwono	H-59
082	KAJIAN ANALISIS HIDROLOGI UNTUK PERKIRAAN DEBIT BANJIR (STUDI KASUS KOTA SOLO) Ag. Padma Laksitaningtyas	H-67
108	POTENSI DAN MITIGASI BANJIR KOTA MEDAN Makmur Ginting	H-75
110	KAJIAN HITUNGAN DEBIT ALIRAN MELALUI PIPA BERPORI SUMUR KOLEKTOR BERJARI DENGAN BEBERAPA METODE Edy Sriyono	H-83
115	SISTEM JEBAKAN AIR BERANTAI SEBAGAI PENDEKATAN TERPADU MENGATASI BANJIR DAN KEKERINGAN Susilawati	H-91
116	HUTAN MANGROVE DAN TAMPUNGAN MEMANJANG SISIK IKAN SEBAGAI PENDEKATAN TERPADU DALAM PENGAMANAN PANTAI SECARA BERKELANJUTAN (STUDI KASUS DI DATARAN PERSAWAHAN MBAY KANAN) Sebastianus Baki Henong	H-99

120	MENGUKUR VARIASI DEBIT MENGGUNAKAN PRISIP-PRINSIP ENTROPY DALAM REZIM STABILAS ALIRAN Budi Santosa, Suharyanto dan Djoko Legono	H-105
123	STABILITAS STRUKTUR PELINDUNG PANTAI AKIBAT PEMANASAN GLOBAL Sinatra dan Olga Pattipawaej	H-113
129	KARAKTERISTIKA SEDIMENTASI PADA DAS LUSI Iskahar, Djoko Legono dan Suripin	H-119
166	PEMANFAATAN PINTU PENGENDALI MUKA AIR DI JARINGAN SUB KUARTER DAERAH RAWA TERENTANG HULU KALIMANTAN BARAT Henny Herawati	H-127
187	PENGENDALIAN GENANGAN DI KAWASAN MONAS DENGAN SISTEM DRAINASE TERINTEGRASI Bambang Yulistiyanto dan Bambang Agus Kironoto	H-135
188	KARAKTERISTIK LONCAT HIDRAULIS BEROMBAK DI HILIR PINTU SORONG Komang Arya Utama, Bambang Yulistiyanto dan Budi S. Wignyosukarto	H-143
198	KONSENTRASI SEDIMEN SUSPENSI RATA-RATA PADA ALIRAN SERAGAM SALURAN TERBUKA BERDASARKAN PENGUKURAN 1, 2, DAN 3 TITIK Bambang Agus Kironoto dan Bambang Yulistiyanto	H-151
203	TINGKAT KERENTANAN ZONA PANTAI TERHADAP GELOMBANG BADAI Zouhrawaty A. Ariff, Eldina Fatimah, dan Syamsidik	H-159
206	TEKNIK DRAINASE PRO-AIR PRO-WATER DRAINAGE ENGINEERING Sunjoto	H-167
105	METODOLOGI PENENTUAN PARAMETER TEKNIS GEOTEXTILE TUBE (GEOTUBE) SEBAGAI STRUKTUR PELINDUNG PANTAI Chairul Paotonan, Bambang Triatmodjo, dan Nur Yuwono	H-175
076	ANALISIS KAPASITAS PELAYANAN TERMINAL PETI KEMAS SEMARANG Bambang Triatmodjo	H-183
174	EFFECTIVENESS OF DOMESTIC WATER SUPPLY SYSTEM BY PDAM NORTH TORAJA IN RANTEPAO SUB-DISTRICT Alfianto Toban Paembonan and Anastasia Yunika	H-191
248	STUDI MODEL DISIPASI DAN RUN-UP/RUN-DOWN GELOMBANG PADA REVETMENT BERTIRAI Muhammad Arsyad, A. Ildha Dwipuspita	H-199
054	PERANCANGAN ALAT UKUR SEDIMEN SUSPENSI SUNGAI UNTUK MENUNJANG KESINAMBUNGAN FUNGSI WADUK Yusron Saadi, Supriono dan Hartana	H-207
078	LABYRINTH WEIR SEBAGAI MERCU PELIMPAH UNTUK ANTISIPASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DALAM KEAMANAN DAN FUNGSI WADUK Mamok Suprpto	H-215
114	EVALUASI SISTEM DRAINASE KOTA KUPANG Yunita A. Messah ¹ , John H. Frans, Yeryanti Hidelilo	H-221
207	PENGARUH HUJAN EKSTRIM DAN KONDISI DAS TERHADAP ALIRAN Joko Sujono	H-229

Struktur

020	PERILAKU KEKUATAN DAN DAKTILITAS SILINDER BETON YANG DIBUNGKUS DENGAN GLASS FIBER REINFORCED POLYMER PADA SUHU TINGGI Butje Alfonsius Louk Fanggi	S-1
023	PENGARUH PROPORSI AGREGAT KASAR DAUR ULANG DALAM SCC TERHADAP KINERJA BETON SEGAR DAN KUAT TEKANNYA Sholihin As'ad, Endah Safitri, Novi Andi Setiana dan Kurnia Widianoro	S-7
024	DIAGRAM INTERAKSI KAPASITAS PENAMPANG KOLOM KOMPOSIT YANG MENERIMA PENGARUH LENTUR DAN AKSIAL Dewa Putu Gede Sugupta	S-15
025	PERILAKU LENTUR BALOK KOMPOSIT DENGAN INTERAKSI PARSIAL Dewa Putu Gede Sugupta	S-23
039	PENGARUH PENGGUNAAN ZEOLIT DAN SIKAMENT-520 TERHADAP KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN PORTLAND POZZOLAND CEMENT (PPC) Bing Santosa	S-31
044	BASE ISOLATOR TRADISIONAL PADA FONDASI SOKO GURU Prasetya Adi	S-39
048	EFISIENSI PLAT LINGKUNG TERHADAP PLAT DATAR PADA BENTANG PENDEK Subiantoro	S-45
049	STUDI KEGAGALAN GESER PADA WEB-POST BALOK BAJA CELLULAR Suharjanto	S-53
060	PERILAKU KEKUATAN LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN CFRP GRID DAN PCM SHOTCRETE A. Arwin Amiruddin	S-61
067	KUAT LENTUR BALOK YANG MENGALAMI PERBEDAAN TEMPERATUR DAN PROSES PENDINGINAN Retno Anggraini dan Edhi Wahjuni,S	S-69
069	STUDI PENGARUH PASIR BESI TERHADAP KEKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG R. Djamaluddin dan A. A. Amiruddin	S-77
080	ANALISIS STRUKTUR <i>CULVERT</i> LINGKUNG DI BAWAH LINTASAN LANDAS PACU BANDARA ADISUTJIPTO YOGYAKARTA Ashar Saputra dan Bambang Wijanarka	S-85
085	PELAT JEMBATAN DEK BAJA DENGAN PERKUATAN OVERLAY BETON (KAJIAN KRITIS) Made Sukrawa	S-91
087	PENGARUH GEMPA TERHADAP PERENCANAAN BANGUNAN KONSTRUKSI BAJA Dewi Yustiarini, Leni Luwina dan Indra Setia Permana	S-99
088	REKONSTRUKSI BANGUNAN PASCA GEMPA Dewi Yustiarini, Nita Yuliani, dan Fany Nur Afifah	S-105
089	METODE DAN KONTROL PELAKSANAAN BETON PRATEGANG SISTEM VSL Wayan Swastika, Jonbi, Andika Yanantha	S-111

090	AUDIT FORENSIK KONSTRUKSI DAN PERBAIKAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN AKIBAT PEMBANGUNAN YANG TERHENTI DAN PENAMBAHAN LANTAI Marsiano, Jonbi dan Wahyu Adi Pusp Riyanto	S-117
097	TINJAUAN KUAT GESER KOLOM BETON BERTULANG DENGAN VARIASI RASIO BEBAN AKSIAL DAN RASIO TULANGAN LONGITUDINAL Johanes Januar Sudjati	S-123
103	PERENCANAAN JEMBATAN TUKAD WOS DENGAN BALOK PELENGKUNG BETON BERTULANG Sutarja, I Nyoman	S-131
121	ANALISIS PERUBAHAN DEFLEKSI STRUKTUR DERMAGA AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR LAUT Daniel Rivandi Siahaan dan Olga Pattipawaej	S-137
124	PENELITIAN NUMERIKAL DAN EKSPERIMENTAL KUAT LENTUR KAYU INDONESIA Yosafat Aji Pranata, Bambang Suryoatmono dan Johannes Adhijoso Tjondro	S-143
136	MOBILITAS DAN KEAMANAN MODEL SAMBUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG Suparyanto	S-151
137	ANALISA VARIASI BENTUK BILGE KEELS SEBAGAI ALAT PASIF UNTUK MEREDAM GERAK ROTASI DARI STRUKTUR PONTOON Emma Patricia Bangun dan Chien Ming Wang	S-155
144	DRIFT CONTROL DEEP BEAM-TO-DEEP COLUMN SPECIAL MOMENT FRAMES DENGAN SAMBUNGAN RBS Junaedi Utomo	S-161
151	ANALISIS BIAYA DAN TINGKAT KERUSAKAN BANGUNAN GEDUNG AKIBAT GEMPA DI KABUPATEN ACEH TENGAH Nurul Malahayati	S-169
170	APLIKASI METODE ELEMEN HINGGA PADA RANGKA RUANG (SPACE TRUSS) DENGAN MEMBANDINGKAN CARA PERHITUNGAN MANUAL DENGAN PROGRAM SAP2000 Sanci Barus, Syahrizal dan Martinus	S-177
173	PERILAKU LENTUR DAN TEKAN BATANG SANDWICH BAMBU PETUNG – KAYU KELAPA Nor Intang Setyo H., Gathot H. Sudibydo dan Yanuar Haryanto	S-183
177	RESPONS SIKLIK PANEL KAYU STRUKTURAL Ali Awaludin	S-191
183	STUDI PERILAKU BETON BERKEKUATAN TINGGI YANG MENGGUNAKAN SEMEN PCC DAN POLYPROPYLENE FIBER-MESH F. Phengkarsa, J. Tanijaya, dan M.W. Tjaronge	S-199
184	STUDI PERBANDINGAN ANALISIS KOLOM PERSEGI DENGAN KOLOM PIPIH R. S. Kwandou, R.I. Halim, J. Tanijaya, H.T. Kalangi	S-205
190	KUAT LENTUR BALOK KAYU KOMBINASI GLULAM-BAMBU THE FLEXURAL STRENGTH OF GLULAM-BAMBOO COMBINATIONS BEAMS Iskandar Yasin, Morisco, Suprpto Siswosukarto dan Ashar Saputra	S-211

191	KUAT TUMPU BAMBU LAMINASI TERHADAP VARIASI KADAR AIR DAN DIAMETER BAUT Eratodi IGL Bagus dan Ariawan I Putu	S-217
245	RENCANA PERUBAHAN DALAM EDISI 201X SNI BETON (SNI 03-2847-201X) Tavio dan Hidajat Sugihardjo	S-225
246	DEFORMASI AKIBAT RANGKAK PADA BETON AGREGAT RINGAN SA Kristiawan	S-233
247	STUDI PERBANDINGAN ANALISA KEKUATAN GESER DAN LENTUR PADA BALOK TINGGI BETON BERTULANG DAN BETON BERTULANG KOMPOSIT Budi Suswanto, Hidayat Soegihardjo dan Nurul Fajriyah	S-239
249	PENGARUH PEMODELAN DAN ANALISIS PADA PERILAKU STRUKTUR KACA TERHADAP TEKANAN ANGIN Wiryanto Dewobroto dan Wawan Chendrawan	S-247
162	DISTRIBUSI BEBAN LATERAL PADA STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA Yoyong Arfiadi	S-255
092	TEGANGAN TORSI SERTA PERENCANAAN GESER DAN TULANGANNYA PADA BALOK GRID BETON BERTULANG TAMPANG PERSEGI Johannes Tarigan	S-263
130	KOLOM PROFIL "LIPPED CHANNEL" BERPENGISI BETON RINGAN DENGAN BEBAN KONSENTRIK Ade Lisantono ¹ dan Deny Petrisius Probo Jiwandono	S-271
231	STUDI EKSPERIMENTAL SISTEM ISOLASI SEISMIK UNTUK STRUKTUR BANGUNAN YANG DIKENAI EKSITASI GEMPA Herlien D.Setio, D. Kusumastuti, Andreas Agustinus, M. Agus Primatama, Pratama H.R.Siregar, Andy Hartanto	S-277
208	ASPEK STRUKTURAL PADA PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN BENDUNGAN BAWAH TANAH (<i>UNDERGROUND BARRAGE</i>) DI BATUAN KARST BRIBIN Bambang Suhendro	S-285

STABILITAS STRUKTUR PELINDUNG PANTAI AKIBAT PEMANASAN GLOBAL

Sinatra¹ dan Olga Pattipawaej²

¹Program Studi Double Degree, Teknik Sipil-Sistem Informasi, Universitas Kristen Maranatha,
Jl. Prof. drg. Suria Sumatri, MPH No. 65, Bandung
Email: ryu_sin@hotmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Prof. drg. Suria Sumatri, MPH No. 65, Bandung
Email: olga.pattipawaej@eng.maranatha.edu

ABSTRAK

Pemanasan global saat ini akibat gunung es yang mencair di daerah kutub mengakibatkan penambahan volume air laut sehingga terjadi kenaikan elevasi muka air laut. Kenaikan muka air laut yang signifikan menjadi ancaman bagi pulau-pulau kecil di Indonesia terutama di daerah tepi pantai. Dalam tulisan ini, akan dibahas penanganan abrasi dan erosi yang disebabkan oleh kenaikan muka air laut. Struktur pelindung pantai yang kuat dan stabil untuk menangani abrasi dan erosi ini akan dianalisis sehingga dapat meredam kekuatan gelombang secara efektif. Struktur pelindung pantai menggunakan material yang mudah diperoleh di Indonesia, yaitu batu pecah dengan menggunakan bronjong. Tekanan tanah aktif dan tekanan hidrostatis akan diikutsertakan dalam gaya-gaya yang bekerja pada bangunan dinding penahan tanah. Analisis stabilitas struktur pelindung pantai yang digunakan meliputi gaya guling, gaya geser, serta daya dukung tanah. Selain itu, hasil dari analisis dalam tulisan ini, diharapkan dapat mengurangi tingkat kerusakan struktur-struktur tepi pantai dan bangunan lain di sekitarnya.

Kata kunci: struktur pelindung pantai, pemanasan global, gempa, tsunami

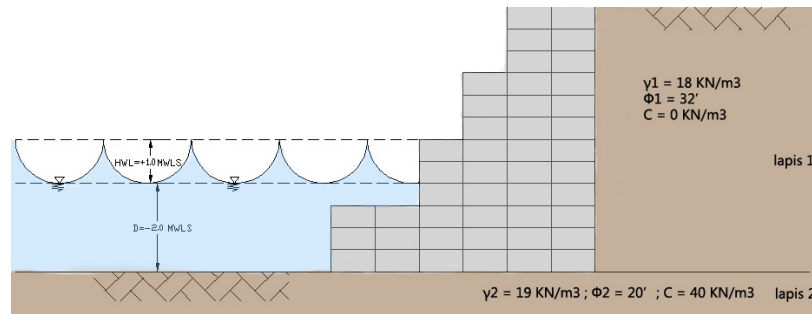
1. PENDAHULUAN

Efek dari pemanasan global (*global warming*) pada saat ini sangatlah terasa dimulai dari kenaikan suhu udara serta keadaan cuaca yang semakin sulit untuk diprediksi. Efek pemanasan global menyebabkan kerusakan yang saling terkait dimulai dari mencairnya es kutub yang menyebabkan kenaikan permukaan air laut, dengan naiknya permukaan air laut, maka garis pantai akan melebar dan menyebabkan erosi pantai yang membahayakan bangunan yang dekat dengan garis pantai. Erosi pantai merupakan pengikisan tanah atau batuan yang terjadi di pantai yang menyebabkan tanah atau batuan yang terdapat di daratan pinggir pantai terkikis sedikit demi sedikit. Erosi pantai jika tidak ditangani maka lama kelamaan akan terjadi degradasi lahan, berkurangnya kemampuan tanah untuk mengikat antar partikel yang menyebabkan longornya daratan di pinggir pantai.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk menghindari kerusakan serta longornya tanah di daratan pinggir pantai serta menjadikan bangunan yang berada di daerah pantai tetap aman, meskipun naiknya permukaan laut oleh pemanasan global. Pada tulisan ini akan dibahas mengenai solusi stabilitas tanah yang diakibatkan erosi pantai serta kenaikan permukaan laut dengan menggunakan material yang mudah didapat dan ekonomis. Metode yang digunakan dalam tulisan ini adalah dengan menggunakan dinding penahan tanah bertipe beronjong. Bahan untuk membuat beronjong sangatlah mudah didapat terutama di Indonesia serta harga yang ekonomis. Penggunaan beronjong memiliki berbagai manfaat diantaranya bahan yang mudah didapat, harga yang ekonomis, serta memiliki permeabilitas yang tinggi yang menyebabkan tekanan air menjadi seimbang. Runup gelombang akan dimasukkan dalam menentukan elevasi puncak bangunan pelindung pantai. Gaya-gaya yang bekerja akan dianalisis dengan memasukkan tekanan tanah aktif dan tekanan hidrostatis. Stabilitas struktur pelindung pantai akibat kenaikan permukaan air laut akan ditentukan oleh faktor gaya guling, gaya geser, serta daya dukung tanah. Contoh kasus struktur pelindung pantai pada tulisan ini akan menunjukkan tahapan menentukan stabilitas struktur pelindung pantai.

2. DESAIN STRUKTUR PELINDUNG PANTAI

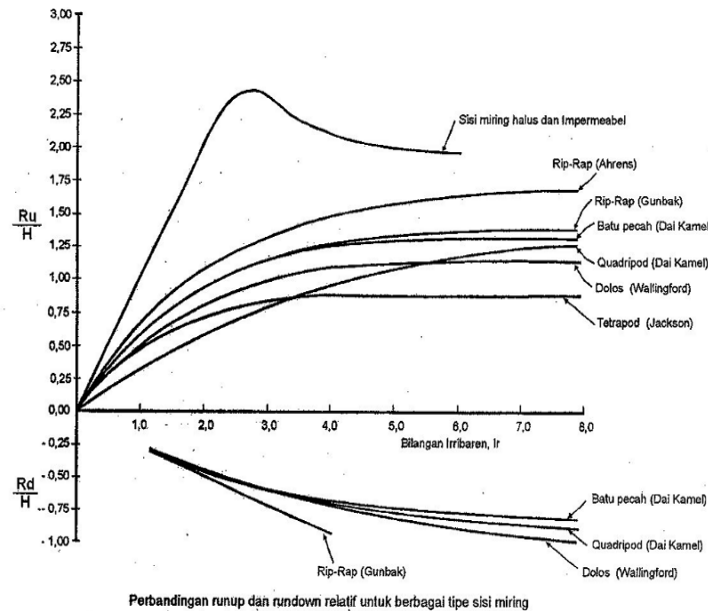
Studi kasus struktur pelindung pantai pada tulisan ini menggunakan dinding penahan tanah bertipe bronjong (dengan spesifikasi bronjong kawat sesuai SNI 03-0090-1999). Dinding penahan tanah ini terdiri dari 2 (dua) jumlah lapisan. Karakteristik tanah yang digunakan pada lapis tanah pertama adalah berat volum tanah $\gamma_1 = 18 \text{ KN/m}^3$, sudut geser dalam $\Phi_1 = 32^\circ$, dan kohesi $c_1 = 0 \text{ KN/m}^3$. Pada lapis tanah kedua $\gamma_2 = 19 \text{ KN/m}^3$, $\Phi_2 = 20^\circ$, dan $c_2 = 40 \text{ KN/m}^3$. Kedalaman air yang digunakan -2 m MWLS (*Mean Water Low Spring* atau rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun), tinggi muka air yang digunakan adalah 1 m HWL (*High Water Level*). Desain struktur pelindung pantai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Pelindung Pantai

3. RUNUP GELOMBANG

Pada saat gelombang menghantam suatu struktur pelindung pantai, gelombang tersebut akan naik (*runup*) pada permukaan struktur pelindung pantai. Hal pertama yang harus diperhitungkan dalam desain struktur pelindung pantai ini adalah tinggi minimal. Tinggi minimal didapat dari tinggi *runup*, tinggi kebebasan dan tinggi muka air tertinggi (Triatmojo, 2010). *Runup* merupakan hembusan air ke atas yang disebabkan hantaman gelombang terhadap suatu bangunan. Tingginya *runup* ditentukan oleh banyak faktor diantaranya bentuk dan kekasaran bangunan, kedalaman air pada kaki bangunan, kemiringan dasar laut didepan bangunan, dan karakteristik gelombang. Besarnya runup sangat sulit ditentukan secara analisis karena banyaknya variabel yang berpengaruh. Gambar 2 menjelaskan besarnya nilai runup yang disebabkan gelombang menghantam bangunan miring.

Gambar 2. Gelombanag *runup* untuk berbagai tipe sisi miring

Kemiringan bangunan ditetapkan 1:2, dengan periode gelombang (T) 10 detik dan tinggi gelombang di lokasi rencana (H) sebesar 1 m. Panjang gelombang di laut dalam diperoleh dengan menggunakan persamaan:

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

Berdasarkan kemiringan bangunan periode gelombang dan tinggi gelombang maka didapatkan bilangan Iribaren berdasarkan persamaan berikut:

$$Ir = \frac{\text{tg}\theta}{\left[\frac{H}{L_0}\right]^{0,5}} \quad (2)$$

Nilai bilangan Iribaren diperoleh sebesar 6,24.

Material yang yang digunakan adalah batu pecah. Berdasarkan nilai Iribaren dan material yang digunakan maka didapat nilai runup (R_u) sebesar 1,38 m (Gambar 2). Elevasi puncak bangunan dengan memperhitungkan tinggi kebebasan 1m adalah sebagai berikut:

$$EL_{\text{bangunan}} = \text{HWL} + R_u + \text{tinggi kebebasan} \quad (3)$$

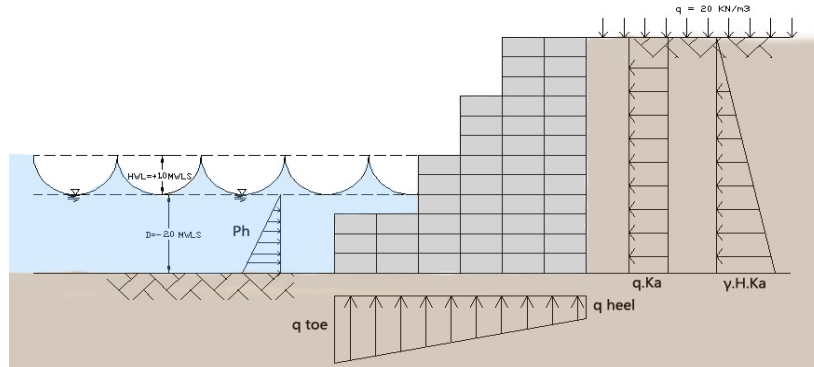
dan tinggi bangunan

$$H_{\text{bangunan}} = EL_{\text{bangunan}} - EL_{\text{dasar laut}} \quad (4)$$

Elevasi puncak bangunan 3,38 m adalah dan tinggi bangunan pelindung pantai 6 m.

4. GAYA-GAYA YANG BEKERJA PADA STRUKTUR PELINDUNG PANTAI

Tahap selanjutnya setelah mendapatkan tinggi bangunan adalah menjabarkan gaya – gaya yang bekerja pada bangunan tersebut. Gaya – gaya yang bekerja pada bangunan pelindung pantai dapat dilihat dari Gambar 3.



Gambar 3. Gaya – gaya yang bekerja

Setelah menentukan gaya-gaya yang bekerja, tahap berikutnya mencari besarnya gaya – gaya tersebut terhadap bangunan pelindung pantai yang akan dibangun. Gaya – gaya tersebut akan menentukan dimensi bangunan yang akan dibangun agar bangunan tahan terhadap guling, geser dan dapat berperan sebagai dinding penahan tanah.

Tekanan tanah aktif (Braja, 2006) didapatkan dari persamaan:

$$k_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\Phi}{2} \right) \quad (5)$$

dan tekanan hidrostatik didapatkan dari

$$P_h = \rho g h \quad (6)$$

dimana ρ adalah massa jenis laut = 1,03 g/cm³, g adalah gravitasi bumi 9,8 m/s², h adalah kedalaman air.

5. STABILITAS STRUKTUR PELINDUNG PANTAI

Pengecekan terhadap guling dilakukan dengan menentukan berat bangunan yang akan dibuat serta mengambil penjumlahan (Σ) momen diujung jari bangunan (Gambar 4), yaitu:

$$F_{s(\text{guling})} = \frac{\sum \text{momen yang akan melawan}}{\sum \text{momen yang akan menggulingkan}} \quad (2 \leq F_s \leq 3) \quad (7)$$

Untuk pengecekan stabilitas bangunan terhadap *sliding* (translasi), dapat menggunakan persamaan berikut:

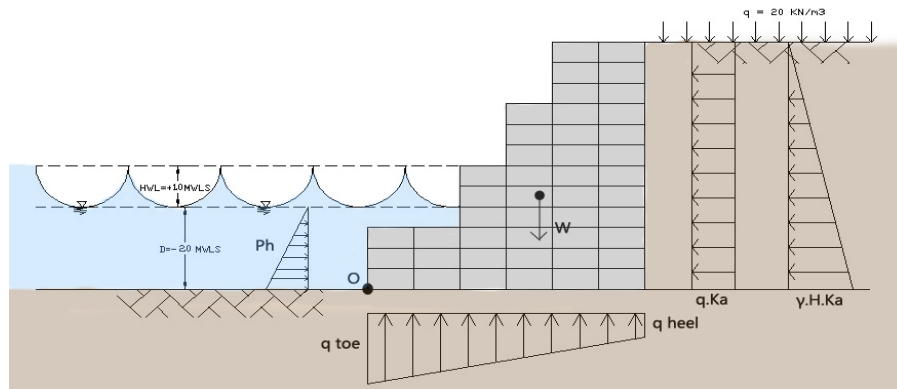
$$F_{s(\text{sliding})} = \frac{Fr + \text{tekanan pasif}}{P_{\text{driving}}} \quad (8)$$

dimana

$$Fr = R \tan \delta + Ca \times B \quad (9)$$

$$P_{\text{driving}} = \sum \text{tekanan tanah aktif} \quad (10)$$

R adalah total berat bangunan (Material struktur pelindung pantai menggunakan batu pecah dengan berat jenis 15 KN/m³), Ca adalah adhesi antara tanah dan dasar dinding tembok penahan tanah. Ca bisa diambil sama dengan c . B adalah lebar dasar bangunan. Bangunan dikatakan aman dari sliding jika $F_{s(\text{sliding})} > 1,5$.



Gambar 4. Momen O sebagai momen guling

Untuk pengecekan *bearing capacity* (daya dukung tanah), pengecekan dilakukan dengan membandingkan besarnya tekanan yang dihasilkan bangunan dengan kekuatan yang dimiliki tanah dasar. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari masuknya bangunan kedalam tanah yang mengakibatkan tinggi bangunan menjadi berkurang. Pengecekan daya dukung tanah dapat menggunakan:

$$F_{s(\text{bearing capacity})} = \frac{q_{\text{ultimate}}}{q_{\text{maks}}} \quad (11)$$

dimana

$$q = \frac{R}{B} \pm \frac{6R \times e}{B^2} \quad (12)$$

$$e = \frac{B}{2} - \bar{x} \quad (13)$$

$$\bar{x} = \frac{M_{\text{netto}}}{R} \quad (14)$$

$$M_{\text{netto}} = \sum \text{momen yang menahan} - \sum \text{momen yang menggulingkan} \quad (15)$$

dengan e adalah eksentrisitas / jarak dari tengah-tengah dasar ketempat bekerjanya gaya. Nilai q_{maks} didapat dari rumus q dengan dicari nilai yang paling besar. q_{ultimate} diambil sebesar 850 KN/m^2 . Bangunan pelindung pantai dikatakan aman jika $F_{s(\text{bearing capacity})} > 3$. Tabel 1 menunjukkan pengecekan terhadap gaya guling, geser, dan daya dukung tanah. Hasil pengecekan stabilitas bangunan pelindung pantai pada kasus ini menunjukkan bahwa bangunan pelindung pantai dalam kondisi aman.

Tabel 1. Hasil perhitungan dimensi bangunan dan faktor keamanan

Dimensi bangunan	Faktor keamanan
Lebar bagian atas 2 meter	$F_{s(\text{guling})} = 2,7 (2 \leq F_s \leq 3)$
Lebar telapak bangunan 4 meter	$F_{s(\text{sliding})} = 1,65 (F_{s(\text{sliding})} > 1,5)$
Tinggi bangunan 6 meter	$F_{s(\text{bearing capacity})} = 6,83 (F_{s(\text{bearing capacity})} > 3)$

6. KESIMPULAN

Pemanasan global saat ini akibat gunung es yang mencair di daerah kutub mengakibatkan pertambahan volume air laut sehingga terjadi kenaikan elevasi muka air laut. Pemanasan global yang terjadi Indonesia menyebabkan kenaikan muka air laut sebesar $0,8 \text{ cm}$ per tahun. Akibat naiknya permukaan air laut, maka kecenderungan terjadi perubahan garis pantai yang tidak dapat dihindari. Kenaikan muka air laut yang signifikan menjadi ancaman bagi pulau-pulau kecil di Indonesia terutama di daerah tepi pantai. Struktur pelindung pantai yang kuat dan stabil untuk menangani abrasi dan erosi ini telah dianalisis sehingga dapat meredam kekuatan gelombang secara efektif. Struktur pelindung pantai menggunakan material batu pecah yang mudah diperoleh di Indonesia dengan menggunakan bronjong. Elevasi puncak bangunan pelindung pantai mengikut sertakan runup gelombang. Gaya-gaya yang bekerja telah dianalisis dengan memasukkan tekanan tanah aktif dan tekanan hidrostatis. Stabilitas struktur pelindung pantai akibat kenaikan permukaan air laut ditentukan oleh faktor gaya guling, gaya geser, serta daya dukung tanah. Contoh kasus struktur pelindung pantai pada tulisan ini menunjukkan bahwa stabilitas struktur dalam posisi aman. Sehingga dengan kenaikan muka air laut akibat pemanasan global dapat melindungi pantai dan bangunan di sekitar pantai.

DAFTAR PUSTAKA (DAN PENULISAN PUSTAKA)

- Braja, M. Das (2006). Principles of Geotechnical Engineering Fifth Edition, Nelson, Canada
Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (1991). Port Planning, Engineering and Administration.
SNI 03-0090-1999 (1999). Spesifikasi Bronjong Kawat.
Triatmodjo, B. (2010). Perencanaan Pelabuhan, Beta Offset, Yogyakarta.

