



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

PELUANG DAN TANTANGAN DALAM REKAYASA SIPIL DAN LINGKUNGAN

WISMA WISATA WERDHAPURA
SANUR - BALI, 2-3 JUNI 2010



Terselenggara berkat kerjasama :



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Udayana



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Desain dan Teknik Perencanaan
Universitas Pelita Harapan Jakarta



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Didukung Oleh :



PT. Semen Gresik (Persero) Tbk.



PT. Satria Cipta Asta Kencana



PT. Putra Inti Lumayan



ISBN 978-602-8566-61-2

This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

KONTEKS 4

PELUANG DAN TANTANGAN DALAM REKAYASA SIPIL DAN LINGKUNGAN

WISMA WISATA WERDHAPURA
SANUR - BALI, 2 - 3 JUNI 2010

Terselenggara berkat kerjasama :



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Udayana



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Desain dan Teknik Perencanaan
Universitas Pelita Harapan Jakarta



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Didukung Oleh :



PT. Semen Gresik (Persero) Tbk.



PT. Satria Cipta Asta Kencana



PT. Putra Inti Lumayan



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

- Prof. Ir. I Nyoman Norken, SU., Ph.D. (UNUD)
- Ir. Made Sukrawa, MSCE., Ph.D. (UNUD)
- Ir. I Gusti Bagus Siladharma, MT., Ph.D. (UNUD)
- Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA. (UNUD)
- Dr. Ir. I.G.A. Adnyana Putera, DEA. (UNUD)
- Putu Alit Suthanaya, M.EngSc., Ph.D. (UNUD)
- Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. (UAJY)
- Ir. A. Koesmargono, MCM., Ph.D. (UAJY)
- Dr. Ir. A.M. Ade Lisantono, M.Eng. (UAJY)
- Dr. Amos Setiadi, ST., MT. (UAJY)
- Ir. Lucia Asdra Rudwiarti, M.Phil., Ph.D. (UAJY)
- Ir. Peter F. Kaming, M.Eng., Ph.D. (UAJY)
- Prof. Dr.-Ing Harianto Hardjasaputra. (UPH)
- Ir. David Bramudya Solaiman, Dipl.H.E. (UPH)
- Dr. Ir. Felia Srinaga, MAUD. (UPH)
- Dr.-Ing Jack Widjajakusuma. (UPH)
- Dr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, MT. (UPH)
- Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto, MT. (UPH)



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

Ketua Panitia Seminar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa bahwa pada hari ini, Rabu 2 Juni 2010, dapat berlangsung acara istimewa di Wisma Wisata Werdhapura Sanur Bali, yaitu Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-4 (KoNTekS-4). Acara ini merupakan hasil kerja sama antara tiga Program Studi Teknik Sipil dari Universitas Udayana (UNUD), Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) dan Universitas Pelita Harapan (UPH).

Kepada para hadirin sekalian, kami mengucapkan selamat datang.

Acara KoNTekS-4 pada dasarnya adalah kelanjutan dari acara KoNTekS-1, KoNTekS-2 yang telah diselenggarakan di UAJY dan KoNTekS-3 yang telah dilaksanakan di UPH. Ketua Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Udayana, Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA ketika mengikuti acara KoNTekS-3 cukup terkesan, sehingga ketika ada tawaran untuk menjadi tuan rumah acara serupa di tahun berikutnya, maka kesempatan tersebut tidak disia-siakan. Selanjutnya setelah melalui beberapa rangkaian persiapan, termasuk visitasi rekan-rekan UAJY dan UPH ke Bali maka acara KoNTekS-4 ini dapat berlangsung.

Dalam acara KoNTekS-4, telah masuk sekitar 194 abstrak *Call-for-Paper* dari 55 institusi. Dari sejumlah itu sekitar 168 *full-paper* telah diterima panitia untuk dibuatkan prosiding dan dipresentasikan pada acara utama maupun kelas-kelas paralel. Pada acara KoNTekS-4 ini diundang pula pembicara dari unsur swasta dan universitas di Jepang yang diharapkan dapat memberi wawasan baru kepada para peserta.

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada komite ilmiah yang telah menyumbangkan waktu dan ide bagi kesuksesan acara ini, juga kepada perusahaan-perusahaan yang peduli dengan kegiatan ilmiah ini, yaitu PT. Semen Gresik (Persero) Tbk, PT. Satria Cipta Asta Kencana dan PT. Putra Inti Lumayan. Tidak lupa juga diucapkan terima kasih kepada para panitia bersama, UNUD, UAJY dan UPH atas usahanya mempersiapkan acara ini.

Akhirnya kami berharap banyak agar acara ini dapat berlangsung sukses, para peserta dapat bertambah wawasan keilmuannya, juga memperluas jaringan pertemanannya.

Semoga ini menjadi salah satu kenangan indah dan berharga, yang tak terlupakan. Sampai berjumpa lagi pada pertemuan yang akan datang.

Salam Sejahtera

Ir. I Nyoman Arya Thanaya, ME, Ph.D
Lektor Kepala Jurusan Teknik Sipil UNUD



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

Ketua Jurusan Teknik Sipil FT-UNUD

Puji syukur kami panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa dengan diselenggarakannya Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-4 (KoNTekS 4) dari tanggal 2-3 Juni 2010 di Wisma Wisata Werdhapura, Sanur, Bali. Konferensi ini diselenggarakan atas kerjasama Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana (Unud), Universitas Atmajaya Yogyakarta (UAJY) dan Universitas Pelita Harapan (UPH), sebagai kelanjutan dari kegiatan sejenis yang telah dilaksanakan di UAJY (KoNTekS 1 dan 2) dan di UPH (KoNTekS 3).

Tema yang diangkat kali ini : Peluang dan Tantangan Dalam Rekayasa Sipil dan Lingkungan, dimaksudkan untuk mempublikasi hasil-hasil penelitian yang berhubungan dengan implementasi perkembangan ipteks maupun permasalahan dalam bidang teknik sipil dalam arti luas. Dengan demikian topik publikasi diarahkan pada hasil-hasil penelitian dan diseminasi konsep yang mencakup bidang-bidang : infrastruktur, transportasi, hidro dan lingkungan, manajemen proyek dan rekayasa konstruksi, struktur dan material, geoteknik dan rekayasa sipil terkait lainnya.

Diharapkan kegiatan KoNTekS 4 menjadi media efektif untuk komunikasi dan tempat bertukar pikiran serta pengalaman antara sesama akademisi, peneliti, mahasiswa dan praktisi teknik sipil dari seluruh Indonesia sehingga dapat memperkaya perkembangan dunia ketekniksipilan dan memberikan kontribusi bagi pembangunan nasional yang berkelanjutan.

Semoga acara tahunan ini bermanfaat bagi kita semua dan kami mengucapkan terima kasih kepada para pembicara dan pemakalah serta panitia yang telah bekerja keras dalam menyiapkan kegiatan ini sehingga dapat terlaksana dengan baik. Terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh peserta serta sponsor yang telah berpartisipasi dan mendukung penyelenggaraan KoNTekS 4 ini.

Sampai berjumpa lagi pada pertemuan yang akan datang.

Bukit Jimbaran, 24 Mei 2010

Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA.

Ketua Jurusan Teknik Sipil, FT-UNUD



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih bahwa pada akhirnya Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTeKS) 4 terselenggara di Universitas Udayana, Bali. KoNTeKS 4 terwujud atas kerjasama tiga institusi, yaitu: Universitas Udayana, Universitas Pelita Harapan (penyelenggara KoNTeKS 3), dan Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Hal yang menyenangkan dari KoNTeKS 4 ini adalah jumlah pemakalah yang meningkat (168 pemakalah), meliputi bidang Geotek, Infrastruktur, Transportasi, Hidro, Struktur dan Material, Manajemen Proyek dan Rekayasa Konstruksi. Kita hargai setinggi-tingginya antusiasme dari komunitas berbagai bidang baik yang berkaitan dengan ilmu teknik sipil ataupun ilmu yang lain. Kita harapkan berbagai pemikiran yang muncul akan memberi kontribusi yang signifikan bagi bidang ilmu yang bersangkutan dan pada industri-industri yang terkait. Selain itu tampilnya dua pembicara kunci yang mempunyai pengalaman luar biasa dalam bidangnya akan melengkapi makalah-makalah yang dipresentasikan.

Saat ini kami telah merasakan bahwa Universitas Udayana dan Universitas Pelita Harapan adalah *partner* yang handal dan etis dalam kerjasama, sangat mungkin kerjasama ini diperluas ke bidang yang lain. Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada: para pembicara dan pemakalah, Panitia yang telah bekerja keras untuk mewujudkan KoNTeKS 4, dan para sponsor (P.T. Semen Gresik, P.T. Satria Cipta, dan P.T. Putra Inti Lumayan Denpasar). Semoga melalui konferensi ini kita semua menjadi saling mengenal dan menjadi lebih akrab.

Yogyakarta, 24 Mei 2010.

Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

Ketua Program Studi Teknik Sipil, FT-UAJY



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

Ketua Jurusan Teknik Sipil FDT-UPH

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya pada kita sekalian, sehingga Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-4 (Konteks-4) dan penyusunan Prosiding Konteks-4 dapat diselesaikan seperti yang kita harapkan.

Konteks-4 merupakan kolaborasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana (Unud), Universitas Atmajaya Yogyakarta (UAJY) dan Universitas Pelita Harapan (UPH). Konteks-4 merupakan kelanjutan dari Konteks-Konteks yang telah sukses diselenggarakan sebelumnya dengan periode setiap dua tahun sekali dan diselenggarakan pertama kali oleh UAJY di Yogyakarta. Diharapkan, kolaborasi ini dapat ditingkatkan ke penelitian bersama atau pertukaran dosen maupun mahasiswa.

Sebagaimana kita maklumi bersama bahwa perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan memberikan peluang baru bagi penerapannya dalam rekayasa sipil dan lingkungan misalnya dalam penanggulangan bencana atau peningkatan mutu bangunan sipil dan infrastruktur. Selain itu, perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan ini membawa tantangan baru misalnya kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi baru, penerapan perangkat lunak yang berbasis pengetahuan dalam rekayasa sipil atau globalisasi. Oleh karena itu, Konteks-4 mengambil tema “Peluang dan Tantangan Dalam Rekayasa Sipil dan Lingkungan”. Diharapkan, konferensi ini dapat menjadi ajang pertemuan ilmiah para pakar, praktisi, peneliti, wakil dari pemerintahan, akademisi, dan mahasiswa dalam membahas hasil-hasil penelitian dan pertukaran pengetahuan ketekniksipilan. Semoga hasil-hasil pembahasan dapat bermanfaat dalam membangun negeri tercinta kita.

Dalam kesempatan yang baik ini, kami mengucapkan terima kasih atas dukungan, bantuan, kerjasama serta dedikasi dari semua pihak, terutama para sponsor, para pembicara, komite ilmiah, para moderator, para peserta, dan seluruh panitia Konteks-4, sehingga Konferensi Nasional ini dapat diselenggarakan dengan sukses. Kami juga menyampaikan penghargaan kepada komite ilmiah dan seluruh panitia Konteks-4 atas kerja keras, komitmen dan jerih payah mereka dalam menyusun buku prosiding seminar ini.

Akhir kata, saya ucapkan selamat berkonferensi. Semoga kita bisa bertemu lagi di Konteks-5.

Karawaci, 24 Mei 2010

Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma
Ketua Jurusan Teknik Sipil UPH



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

BIDANG INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI, HIDRO DAN LINGKUNGAN

ANALISIS PREFERENSI WISATAWAN CRUISE TERHADAP PEMILIHAN DESTINASI: STUDI KASUS PULAU BALI	I – 1
Budiartha R.M, Manfaat, D., Achmadi, T	
STUDI PEMBENTUKAN SUASANA RUANG MELALUI REKAYASA MATERIAL LAMPU PIJAR, TL, LED DAN SPOT HALOGEN PADA GEDUNG "JOGJA GALLERY"	I – 23
Tanny, Setiadi, A	
PERFORMANCE EVALUATION OF SYDNEY COORDINATED ADAPTIVE TRAFFIC SYSTEMS IN BANDUNG INDONESIA	I – 33
Sutandi, A.C., Siswanto, A	
PENGARUH PARKIR DI BADAN JALAN TERHADAP LALULINTAS DI RUAS JALAN SLAMET RIYADI SURAKARTA	I – 41
Suwardi	
EFEKTIVITAS BRT TRANSJAKARTA KORIDOR V RUTE KAMPUNG MELAYU – ANCOL	I – 53
Sitorus, S.R.P, M., Wonny, A.R .dan Ismeth S.A	
PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI BERDASARKAN HUJAN EFEKTIF DI DESA REMPANGA - KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA	I – 61
Ariefin, H.B.M.E	
POTENSI RUN-OFF SUB DAS KARANGMUMUS DI KOTA SAMARINDA RUN-OFF POTENTIAL AT R.B.A KARANGMUMUS IN SAMARINDA CITY	I – 67
Sujalu, A.K.	
PERILAKU HIDRAULIK <i>FLAP GATE</i> PADA ALIRAN BEBAS DAN ALIRAN TENGGELAM	I – 73
Zufrimar, Wignyosukarto, B., Istiarto	
ANALISA KERUSAKAN STRUKTUR PERKERASAN KONSTRUKSI JALAN PADA JALAN ACHMAD RIFADDIN DI KOTA SAMARINDA	I – 81
Adi, A.S., Siswanto, J	
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN DERMAGA DI PELABUHAN GILIMANUK, PROVINSI BALI	I – 89
Suthanaya, P.A	
PENGEMBANGAN MODEL SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENGELOLAAN AIR HUJAN UNTUK PERTANIAN (SPK-PAHP) PADA PULAU KECIL KAWASAN KERING INDONESIA (Studi Kasus di Desa Daieko, Pulau Sabu)	I – 99
Laurentia, S.C	
PENERAPAN METODE CUSUM (<i>CUMMULATIVE SUMMARY</i>) UNTUK MENGANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN (STUDI KASUS KABUPATEN BULELENG DI PROVINSI BALI)	I – 109
Suthanaya, P.A	
STUDI ANGKUTAN PERBATASAN DIY JATENG	I – 119
Risdiyanto	
PERBANDINGAN MANFAAT NILAI WAKTU PADA VOLUME LALU LINTAS JAM PUNCAK DENGAN VOLUME LALU LINTAS 24 JAM PENUH Studi Kasus pada Perbaikan Kinerja Simpang Jombor Yogyakarta	I – 127
Risdiyanto	
ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN (CAED) YANG MEMPERGUNAKAN AGREGAT DARI BEKAS BONGKARAN BANGUNAN	I – 135
Thanaya, I.N.A	
ANALISIS ALOKASI ANGGARAN PEMELIHARAAN TERHADAP PENINGKATAN STANDAR PELAYANAN MINIMAL PRASARANA JALAN DI BANDAR LAMPUNG	I – 147
Murtejo, T	
EROSI PANTAI KAWASAN PESISIR BALI SELATAN DAN UPAYA REKAYASA MITIGASINYA	I – 159
Sila Dharma, I.G.B	



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

ANALISIS POLA HUJAN DI JAKARTA DENGAN METODE STATISTIK DAN WAVELET ANALISIS Kusumastuti, C	I – 191
ANALISIS RISIKO PADA PELAKSANAAN BALI <i>IRRIGATION IMPROVEMENT PROJECT</i> (PAKET PEKERJAAN: BALI 1-2, <i>UNDA BASIN IRRIGATION IMPROVEMENT</i> DI KABUPATEN KARANGASEM DAN KLUNGKUNG) Astapa, P., Sila Dharma, I.G.B., Nadiasa, M	I – 199
ANALISA KINERJA ARUS LALU LINTAS UNTUK PENGATURAN ARUS DARI DUA ARAH MENJADI SATU ARAH AKIBAT ADANYA JALAN ALTERNATIF (STUDI KASUS RUAS JALAN ABDULLAH DG. SIRUA MAKASSAR) Aly, S.H., Hamka, P., Tasrim, M.I	I – 209
EVALUASI HOMOGENITAS CAMPURAN ASPAL DINGIN Sunarjono, S	I – 217
PENGEMBANGAN KEBIJAKAN <i>ENVIRONMENTAL SUSTAINBALE TRANSPORTATION</i> DI INDONESIA Dharmowijoyo, D.B.E., Tamin, O.Z	I – 225
STRATEGI EVOLUSI KELEMBAGAAN KOERSIF SEBAGAI SALAH SATU UPAYA MENGEMBALIKAN EKSISTENSI SUBAK DI BALI Mudhina, M., Norken, I.N., Sila Dharma, I.G.B	I – 233
KUALITAS PELAYANAN DAN LOYALITAS PENGGUNAAN OJEK SEPEDAMOTOR SEBAGAI ANGKUTAN UMUM PENUMPANG PERKOTAAN Bahar, T., Tamin, O.Z	I – 243
DAMPAK PERUBAHAN DIMENSI PETAK PARKIR TERHADAP WAKTU MANUVER PARKIR PARALEL Setiawan, R., Kurniawan, W., Tomaso, S.H.P	I – 251
DAMPAK PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP RESPON HIDROGRAF BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI SAMPEAN BARU Halik, G., Wahyuni, S., Maududie, A	I – 259
PENETAPAN AMBANG BATAS PENGELOLAAN SUMBERDAYA AIR BERKELANJUTAN Suprpto, M	I – 267
EVALUASI KETERSEDIAAN PRASARANA DAN SARANA LINGKUNGAN PERMUKIMAN NELAYAN WILAYAH PESISIR KELURAHAN AMPANA KABUPATEN TOJO UNA-UNA PROVINSI SULAWESI TENGAH Latupeirissa, J. E., Wunas, S., Mohammad, I	I – 273
IDENTIFIKASI KEBUTUHAN PELEBARAN DAN PERBAIKAN JARINGAN JALAN NASIONAL DI PROVINSI JAWA TENGAH Sandra, P.A., Mulyono, A.T., Sartono, H.W	I – 285
PENGEMBANGAN MODEL KONSERVASI DI KAWASAN PERLINDUNGAN SUMBER AIR Mundra, I.W., Kustamar	I – 293
EVALUASI APLIKASI STANDAR RUMAH TAHAN GEMPA DALAM PENYELENGGARAN BANGUNAN DI DAERAH Wuryanti, W	I – 301
ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU-LINTAS PADA JALAN ARTERI/NASIONAL (STUDI KASUS KABUPATEN MAMUJU PROVINSI SULAWESI BARAT) Rauf, S., Pasra, M	I – 309
FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KEMACETAN LALULINTAS DI KOTA SAMARINDA Purbawati., Suratmi	I – 321
PENILAIAN MASYARAKAT NON PENUMPANG TERHADAP ANGKUTAN PERKOTAAN Basuki,I., Malkhamah, S., Munawar, A., Parikesit, D	I – 325
PROBLEM AND SOLUTION OF ROADWAY AT REMOTE AREA IN EAST KALIMANTAN Tambunan, E	I – 333
	I – 341



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

EFEKTIVITAS COUNTDOWN TIMER PADA SIMPANG BER-APILL Susanto, B., Santoso, Y.J	I – 359
AN INTEGRATED LAND-USE AND TRANSPORTATION MODEL Suweda, I.W	I – 363
IDENTIFIKASI PRILAKU PENGENDARA YANG BERPOTENSI MENYEBABKAN KECELAKAAN (STUDI KASUS: KOTA DENPASAR) Suweda, I.W	I – 371
VARIASI AGREGAT LONJONG SEBAGAI AGREGAT KASAR TERHADAP KARAKTERISTIK LAPISAN ASPAL BETON (LASTON) Ariawan, I.M.A	I – 381
EVALUASI PENGGUNAAN SNI SEBAGAI STANDAR RUJUKAN DALAM PENYELENGGARAAN INFRASTRUKTUR JALAN Mulyono, A.T., Santosa, W., Asikin, M.Z., Ardhiarini, R	I – 391
PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BOTOL PLASTIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KARAKTERISTIK LAPIS ASPAL BETON (LASTON) Purnamasari, P.E, Suryaman, F	I – 397
THE CIVIL ENGINEERING DEVELOPMENTS IN CONJUNCTION WITH SUSTAINABLE WORLD Soegiarso, R	I – 405
PERSAINGAN MODA TRANSPORTASI DARAT JARAK PENDEK (KERETA API KOMUTER DENGAN BUS EKONOMI) Ansusanto, J.D., Pramario, A.A	I – 413
EVALUASI KINERJA SIMPANG PATUNG NGURAH RAI (SIMPANG JALAN I GUSTI NGURAH RAI – JALAN AIRPORT NGURAH RAI) Wikrama, A.A.N.J., Mataram, I.N.K	I – 419
FENOMENA PERUBAHAN TATA RUANG SPASIAL DAN DAMPAK REKONSTRUKSI PASCA GEMPA TERHADAP KUALITAS LINGKUNGAN Studi Kasus: Desa Tembi, Bantul Pudianti, A., Rudwiarti, L.A	I – 435
WALKWAYS ON MALIOBORO STREET Purnamasari, P.E., Satriajaya, A.P., Soares, T.J.N	I – 445
RUANG LUAR KAMPUS EVALUASI PURNAHUNI DENGAN STUDI KASUS KAMPUS UAJY Sumardiyanto, B	I – 453
BICYCLISTS' RESPONSE TO BIKEWAYS IN YOGYAKARTA Purnamasari, P.E., De Fatima, I.M.D., Guling, V.B.N	I – 461
TINJAUAN TERHADAP INDEKS DAN KELAS BAHAYA EROSI PADA SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI TANGGEK Saadi, Y., Saidah, H., Irawan, L.D.B	I – 467
ANALISIS RESIKO KEBAKARAN PADA BANGUNAN DAN LINGKUNGAN DI KAWASAN LIPPO KARAWACI Simanjuntak, M.R.A., Darmestan, K.A	I – 477
IMPLEMENTASI PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN TINJAUAN PADA TAHAP KONSTRUKSI Ervianto, W.I	I – 489
KAJIAN JUMLAH ARMADA DAN JAM OPERASI ARMADA ANGKUTAN UMUM PERKOTAAN DAMRI -STUDI KASUS PADA JURUSAN KORPRI – TANJUNG KARANG, BADAR LAMPUNG. Widjoko L., Saleh, E.D	I – 499
MODEL SEDRAINPOND UNTUK KONSERVASI TANAH DAN AIR BERBASIS MASYARAKAT Sriyana	I – 505
PENERAPAN MODEL KONSERVASI TEKNIS PADA PENENTUAN KETEBALAN GREEN BELT MANGROVE PANTAI BAJOE KABUPATEN BONE SULAWESI SELATAN Thaha, M.A	I – 513



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

METODA PIPE JACKING DALAM PEMBANGUNAN JARINGAN AIR LIMBAH
Mulyawati, F., Sudarsono, I 1 – 543

BIDANG MANAJEMEN DAN REKAYASA INDUSTRI

PERANAN MANAJEMEN RISIKO KUALITATIF PADA TAHAP INISIASI PROYEK Norken, I.N	M – 1
PERANAN KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA PELAKSANAAN BANGUNAN KONSTRUKSI DI KOTA BANDUNG Tanubrata, M., Setiawan, D	M – 9
ANALISA STUDI PENGGUNAAN AHP PADA PENGAMBILAN KEPUTUSAN PEMILIHAN JENIS SUB STRUKTUR PADA PROYEK KONSTRUKSI Mahendra Cipta A.N., Hermawan, G.P.W., Wibowo, M.A	M – 17
HARAPAN DAN PENILAIAN INDUSTRI KONSTRUKSI TERHADAP KETRAMPILAN SARJANA TEKNIK SIPIL Musyafa, A	M – 27
METODE KOMPUTASI POTENSI KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI DAN KONTRIBUSI KETERLAMBATAN AKTIVITAS Wibowo, A	M – 35
TINGKAT DISKONTO UNTUK PROYEK INFRASTRUKTUR YANG MELIBATKAN PENDANAAN SWASTA: APLIKASI TEORI UTILITAS DAN SIMULASI Wibowo, A	M – 43
PENGEMBANGAN MODEL PARAMETRIK ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL UNTUK BANGUNAN GEDUNG Adianto, Y.L.D., Muharni, D	M – 51
SISTEM INFORMASI MATERIAL PROYEK KONSTRUKSI Tanubrata, M., Ibrahim, N., Juandi, Y	M – 59
KAJIAN KESELAMATAN KERJA PEKERJAAN BETON DAN BATA PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG Yustiarini, D	M – 67
PERBAIKAN KINERJA BURUH BANGUNAN MELALUI PELATIHAN MEMBANGUN RUMAH TAHAN GEMPA Yustiarini, D., Herman, N.D	M – 75
DAMPAK KORELASI PADA KEWAJIBAN KONTINGENSI DALAM PORTOFOLIO JAMINAN PEMERINTAH UNTUK PROYEK-PROYEK INFRASTRUKTUR Wibowo, A	M – 83
STUDI PERSEPSI FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KLAIM PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG Handayani, W., Adianto, Y.L.D., Wibowo, A	M – 89
ANALISIS FAKTOR-FAKTOR MOTIVATOR TENAGA AHLI PADA PERUSAHAAN JASA KONSULTAN PERENCANA Beryl, Adianto, Y.L.D	M – 97
ANALISIS PEMAHAMAN KONTRAKTOR TERHADAP ELEMEN ENVIRONMENTAL ASPECTS ISO 14001 EMS Lazuardi, E., Adianto, Y.L.D., Soekiman, A	M – 105
ANALISIS HUBUNGAN PROFIL PELAKU PROYEK DENGAN KECENDERUNGAN DALAM MENENTUKAN DURASI PROYEK Novira, D., Adianto, Y.L.D., Wibowo, A	M – 113



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

IDENTIFIKASI FAKTOR PENENTU KEBERHASILAN DAN RESIKO PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIP PADA PROYEK GEDUNG DI SURABAYA	M – 143
Rahmawati, F	
PENGEMBANGAN MATAKULIAH <i>TECHNOPRENEURSHIP</i> BERBASIS PROYEK	M – 151
Junaedi Utomo, Harijanto Setiawan, Anna Pudianti	
PENGEMBANGAN MANAJERIAL DI TINGKAT <i>FIRST LINE MANAGER</i> SEBAGAI USAHA MEMINIMALISIR <i>TURN OVER</i> KARYAWAN DI PERUSAHAAN KONSTRUKSI	M – 159
Maisarah, F.S.C.S	
ANALISIS FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONSULTAN DALAM MENENTUKAN DESAIN DAN JENIS BANGUNAN RAMAH LINGKUNGAN (GREEN BUILDING)	M – 167
Suwandy, N., Sekarsari, J	
PENGARUH PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA TERHADAP KINERJA PROYEK BANGUNAN TINGGI DI DKI JAKARTA	M – 177
Margareth, L., Simanjuntak, M.R.A	
ALTERNATIF KERJASAMA PEMERINTAH DAN SWASTA DALAM PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR PUBLIK: BEBERAPA KELEBIHAN DAN KETERBATASAN YANG PERLU DIANTISIPASI	M – 185
Rostiyanti, S.F., Pangeran, M.H	
PRODUKTIVITAS MATERIAL BETON RINGAN DALAM PEMAKAIAN SEBAGAI KONSTRUKSI DINDING	M – 193
Limanto, S., Witjaksono, Y.E., Sumarlin W.A., Indra P.W.	
MODEL KONTRAK HARGA SATUAN JANGKA PANJANG PEKERJAAN KONSTRUKSI PEMELIHARAAN GEDUNG PENDIDIKAN TINGGI	M – 201
Abduh, M., Hidayati, N., Hidayah, D.N	
ANALISIS KINERJA PROYEK KONSTRUKSI	M – 209
Kaming, P.F., Rahardjo, F., Situmorang, Y.G	
RELASI KECERDASAN EMOSIONAL DAN KEPEMIMPINAN DARI MANAJER DI PROYEK KONSTRUKSI	M – 219
Kaming, P.F., Wulandari, L.V	
STUDI PROFIL KEWIRAUSAHAAN PEMILIK KONTRAKTOR DAN MANAJER PROYEK BIDANG KONSTRUKSI	M – 227
Setiawan, H., Endarso, Y.B	
STUDI SISA MATERIAL PADA PROYEK GEDUNG DAN PERUMAHAN	M – 235
Setyanto, E., Kaming, P.F., Ferdiana, M.D	
ANALISIS BIAYA TENAGA KERJA DENGAN PROGRAM DINAMIK	M – 245
Widhiawati, I.A.R., Ariawan, I.M.A	
PENGELOLAAN FAKTOR NON-PERSONIL UNTUK PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA KONSTRUKSI	M – 255
Abduh, M., Sahputra, R.J., Boris, B	
PENYELESAIAN KEGAGALAN KONTRAKTOR DALAM MELAKSANAKAN KONTRAK DI BIDANG KONSTRUKSI	M – 263
Simanihuruk, B., Dewita, H	
ANALISIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS PADA PROYEK KONSTRUKSI DI KABUPATEN BADUNG)	M – 267
Frederika, A., Astana, Y	
PENGARUH PELATIHAN TERHADAP PRODUKTIVITAS KARYAWAN PADA PERUSAHAAN RUMAH KAYU KNOCKDOWN (STUDI KASUS : PT. BALI PREFAB)	M – 285
Agung Yana, A.A. G., Warsika, P.D., Setiadi, J	
STUDI PRAKTEK ESTIMASI BIAYA TIDAK LANGSUNG PADA PROYEK KONSTRUKSI	M – 295
Soemardi, B.W., Kusumawardani, R.G	



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

PERENCANAAN LEMBARAN BERTULANG LIPS CHANNEL EKSTERNAL TUNGGAL DENGAN PROSEDUR PERENCANAAN DAN LAYOUT OF ELASTIC CELLULAR STEEL BEAMS	S – 15
PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR LAPINDO DALAM CAMPURAN BETON NORMAL Tanjajaya' J., Oesman, M	S – 29
EVALUASI KINERJA SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB) BAJA YANG DIDESAIN BERDASARKAN SNI 03-1729-2002 UNTUK DAERAH BERESIKO GEMPA TINGGI DI INDONESIA Muljati, I	S – 37
PERENCANAAN JEMBATAN TUKAD YEH POH DENGAN BALOK PELENGKUNG BETON BERTULANG Sutarja, I.N., Swijana, I.K	S – 45
DAMPAK PEMAKAIAN 'DESIGN PREFERENCE' PADA RANCANGAN STRUKTUR STUDI KASUS : ANALISIS DAN DESIGN BALOK BAJA MEMAKAI SAP2000 VERSI 11.0 Dewobroto, W	S – 51
HUBUNGAN TEGANGAN REGANGAN BETON MUTU TINGGI DENGAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN CEMENTITIOUS DENGAN VARIASI PENGGUNAAN CHEMICAL ADMIXTURE PADA CAMPURAN SELF COMPACTING CONCRETE Akhmad Suryadi, A., Triwulan, Aji, P	S – 59
PROPERTIES OF BUILDING BLOCKS BOUND WITH BITUMEN Thanaya. I.N.A	S – 69
PENGARUH PANAS PEMBAKARAN PADA BETON TERHADAP PERUBAHAN NILAI KUAT TEKAN Sundari, Y.S	S – 79
VERIFICATION OF A REINFORCED CONCRETE COLUMN COMPUTER MODEL UNDER UNIAXIAL AND BIAXIAL BENDING LOADING CONDITIONS Chandra, J	S – 85
PEMODELAN PERILAKU LENTUR BALOK KASTILASI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA Astariani, N.K	S – 93
TINJAUAN VARIASI DIMENSI BALOK PRATEGANG PENAMPANG I PADA GELAGAR MEMANJANG JEMBATAN Sudjati, J.J	S – 103
PEMODELAN PROTOTIPE BALOK-T JEMBATAN DENGAN PELAT BAJA SEBAGAI PERKUATAN LENT Widnyana, I.N.S	S – 111
PENGARUH TOPOGRAFI TERHADAP KETERSEDIAAN DAN KEKUATAN BAMBU PETUNG (DENDROCOLAMUS SP) Madar, A., Zaidir., Juliafad, E	S – 123
SIMULASI ANALITIS PENGARUH BEBAN LEDAKAN TERHADAP STRUKTUR GEDUNG Mukhlis, A., Afifuddin, M., Abdullah	S – 131
EFEKTIVITAS JACKETING METHOD MENGGUNAKAN SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) UNTUK PERKUATAN BALOK T BETON BERTULANG Sudarsana, I.K., Sugupta, D.P.G., Kochiana, I K.G	S - 139
PEMANFAATAN SPENT CATALYST RCC-15 SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN PCC Herbudiman, B., Silaen, B.W	S – 149
PENGARUH PEMANFAATAN SERAT KELAPA TERHADAP KINERJA BETON MUTU TINGGI Muliastari, D., Herbudiman, B	S – 157
PEMANFAATAN BETON DAUR ULANG SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA BETON MUTU TINGGI Bardosono, H., Herbudiman, B	S – 165
BETON AGREGAT RINGAN DENGAN SUBSTITUSI PARSIAL BATU APUNG SEBAGAI AGREGAT KASAR Tripriyo AB., D., Raka, I.G.P., Tavio	S – 173
PENGARUH KEHALUSAN DAN KADAR ABU SEKAM PADI PADA KEKUATAN BETON DENGAN KUAT TEKAN 50 MPa Abdian, R.M., Herbudiman, B	S – 181



KAPASITAS BATANG LAMINASI BAMBUPETUNG - KAYU KELAPA TERHADAP GAYA TARIK DAN TEKAN	S – 213
Setyo H., N.I., Mulyono, B., Haryanto, Y	
PENGEMBANGAN PADUAN AlFeNi SEBAGAI BAHAN STRUKTUR INDUSTRI NUKLIR	S – 221
Al Hasa, M.H., Futichah., Muchsin, A	
PENGARUH PROSENTASE TULANGAN TARIK PADA KUAT GESER BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN SERAT KALENG BEKAS AKIBAT BEBAN LENTUR	S – 229
Haryanto, Y., Setyo H., N.I., Sodikun, N.T	
STUDI EFEKTIVITAS TULANGAN PENGEKANG DENGAN ELEMEN PENGIKAT PADA KOLOM PERSEGI BETON BERTULANG	S – 235
Kristianto, A., Imran, I., Suarjana, M	
SEISMIC COLUMN DEMANDS PADA Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus Dengan Bresing Tipe X Dua Tingkat	S – 245
Utomo, J	
PEMANFAATAN SERBUK BATU TABAS SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN	S – 253
Intara, I.W., Salain, I M. A.K., Wiryasa, N.M.A	
PENGARUH KONFIGURASI PENEMPATAN BALOK ANAK TERHADAP PERILAKU STRUKTUR BETON BERTULANG	S – 257
Rosyidah, A., Sucita, I.K	
STUDI KARAKTERISTIK LEKATAN DENGAN MENGGUNAKAN CFRP GRID DAN PCM SHOTCRETE	S – 265
Amiruddin, A.A	
PERILAKU KEKUATAN LEKATAN ANTARA TULANGAN BETON DENGAN PCM SHOTCRETE	S – 273
Amiruddin, A.A	
STUDI PENGARUH JENIS BEBAN TERHADAP KINERJA JEMBATAN PEDESTRIAN CABLE STAYED	S – 279
Aswandy., Hardono, S., Hakim, N	
ASPEK PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN BALOK BOKS BETON PRATEGANG PADA JEMBATAN KANTILEVER SEIMBANG (KASUS JEMBATAN TUKAD BANGKUNG – BADUNG – BALI)	S – 285
Artana, W., Sukrawa, S., Sudarsana, K	
UPAYA PERKUATAN STRUKTUR BANGUNAN NON-ENGINEERED MASJID DARUSSALAM KALINYAMATAN JEPARA	S – 295
Indarto, H., Hermawan, F., Cahyo A., H.T	
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SERAT BAMBUTERHADAP SIFAT-SIFAT MEKANIS CAMPURAN BETON	S - 303
Tjahjanto, H.H., Tjondro, J.A., Tejo, H	
PEMANFAATAN BAMBUSEBAGAI MATERIAL PILIHAN PADA STRUKTUR BAMBUMODERN	S – 311
Setyo H., N.I., Eratodi, I.G.L.B., Masdar, A., Morisco	
STUDI EKSPERIMENTAL KUAT GESER BALOK TERLENTUR DENGAN TULANGAN BAMBUGOMBONG	S – 323
Suryadi, H., Tjondro, A., Mario, J	
SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG	S – 333
Kushartomo, W	
PENGUJIAN LAB. PELAT BETON BERTULANG YANG DIPERKUAT DENGAN OVERLAY BETON	S – 339
Suasira, W., Sukrawa, M., Sudarsana, K	
STUDI ANALITIS PENGARUH PENGEKANGAN TERHADAP KAPASITAS INTERAKSI P-M TIANG PANCANG PRATEGANG	S – 349
Tavio., Kusuma, B	
PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADAM TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLYMER	S – 357
Lisantono, A., Purnandani, Y	



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

S - 365
S - 371

PEMANFAATAN BAHAN LIMBAH SEBAGAI PENGGANTI SEMEN PADA BETON BUSA MUTU TINGGI	S - 365
Abdullah, M., Huzaim, M., Huzaim, M., Huzaim, M.	
STUDI METODE WATERPROOFING UNTUK PEMANFAATAN CRUSHED BRICK SPECIMEN (CBS) SEBAGAI AGREGAT DAUR ULANG UNTUK BETON MUTU RENDAH	S - 379
Antoni., Sugiharto, H., Herlambang, A	
KINERJA SERAT LIMBAH PRODUK INDUSTRI SEBAGAI PENAHAN SUSUT BETON	S - 385
As'ad, S., Gunawan, P., Antoro, P.D., Wijaya, S	
KUAT LENTUR BALOK PROFIL <i>LIPPED CHANNEL</i> GANDA BERPENGAKU DENGAN PENGISI BETON RINGAN	S - 393
Lisantono, A., Siswadi., Trihono, P.S	
PENYERTAAN DINDING PENGISI DALAM PEMODELAN KERANGKA BETON BERTULANG DAN PENGARUHNYA TERHADAP HASIL PERENCANAAN	S - 401
Sukrawa, M	
OPTIMASI LETAK DAN SIFAT PEREDAM MASSA SELARAS UNTUK MENGURANGI RESPONS STRUKTUR AKIBAT GEMPA	S - 409
Arfiadi, Y	
ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP PADA PORTAL BETON BERTULANG DENGAN VARIASI PANJANG BENTANG DAN JUMLAH TINGKAT	S - 417
Bagiarta, I.K.Y., Sukrawa, M., Sudarsana, K	
TINJAUAN PERSYARATAN SNI 03-2847-2002 TERHADAP TULANGAN TRANSVERSAL PENGEKANG: STUDI KOMPARASI KOLOM BETON BERTULANG DENGAN PENGEKANG TRADISIONAL DAN JARING KAWAT LAS	S - 427
Kusuma, B., Tavio	
ANALISA STRUKTUR DI WILAYAH SUMATERA BARAT (KOTA PADANG) PASCA GEMPA 30 SEPTEMBER 2009	S - 437
Suhelmidawati, E	
PEMODELAN DAN ANALISIS PERILAKU PORTAL - DINDING PENGISI BERTULANG MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	S - 443
Sudarsana, I.K., Sugupta, D.P.G., Suku, Y.L	
PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK GENTENG	S - 453
Wiryasa, N.M.A	
ANALISIS PERILAKU PORTAL - DINDING PENGISI MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DAN EQUIVALENT DIAGONAL STRUT (EDS)	S - 461
Sugupta, D.P.G., Sudarsana, I.K., Suku, Y.L	
BIDANG GEOTEKNIK	
STABILISASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN "IONIC SOIL STABILISATION"	G - 1
Widojoko, L	
STUDI PERBANDINGAN SAND DRAIN DAN IJUK DIBUNGKUS GONI SEBAGAI VERTIKAL DRAIN	G - 9
Gunawan, S	
KETIDAKPASTIAN FAKTOR-FAKTOR DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH PASIR	G - 17
Hatmoko, J.T., Lulie, Y	
STUDI DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH GAMBUT DENGAN KOMBINASI GEOTEKSTIL DAN GRID BAMBU	G - 25
Nugroho S A., Adi M., Yusa, M	
UJI TRIAKSIAL <i>UNCONSOLIDATED UNDRAINED</i> DENGAN PENGAMATAN PERUBAHAN VOLUME UNTUK HITUNGAN PARAMETER HIPERBOLIK TANAH	G - 33
Djarwadi, D	
METODE <i>GROUTING</i> UNTUK PENANGGULANGAN GERAKAN TANAH BERDASARKAN JENIS GERAKAN TANAH DAN ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA PERUMAHAN BUKIT MANYARAN PERMAI, KELURAHAN SADENG, KECAMATAN GUNUNG PATI, SEMARANG - JAWA TENGAH	G - 41
Berri Ardiaristi, B., Yanuardy, M.A	



This file was edited using the trial version of Nitro Pro 7
Buy now at www.nitropdf.com to remove this message

PERKUATAN LERENG DENGAN LAPISAN TALIBUK Giatmajaya, I.W	G – 71
EFEKTIFITAS PONDASI RAFT & PILE DALAM MEREDUKSI PENURUNAN TANAH DENGAN METODE NUMERIK Harianto, T., Samang, L., Zubair, A., Theodorus, A	G – 79
PENGARUH AKAR TUMBUHAN (VETIVERIA ZIZANIOIDES) TERHADAP PARAMETER GESER TANAH DAN STABILITAS LERENG Natalia, M., Hardjasaputra, H	G – 87
KAJIAN KARAKTERISTIK JENIS TANAH BERPOTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA DI INDONESIA Lestari, A.S	G – 97
MODEL TEST PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE INJEKSI ELEKTROKIMIA Rachmansyah, A., Zaika, Y	G – 105
PENINGKATAN KEKUATAN TANAH LANAU DENGAN CAMPURAN SEMEN Widjajakusuma, J., Nurindahsih, Victor	G – 113
EVALUASI KAPASITAS BORED PILE DENGAN MEYERHOF METHOD DAN CHIN'S METHOD Lulie, Y., Suryadharma, H	G – 119
INVESTIGASI VISUAL INISIASI LIQUIFAKSI TANAH KEPASIRAN MENGGUNAKAN SHAKING TABLE TEST Herina, S.F	G – 129

KETIDAKPASTIAN FAKTOR-FAKTOR DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH PASIR

John Tri Hatmoko¹⁾, Yohanes Lulie²⁾

¹⁾Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta Jl. Babarsari No.44
Yogyakarta : Email : john@mail.uajy.ac.id

²⁾Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta Jl. Babarsari No.44
Yogyakarta : Email : lulie@mail.uajy.ac.id

ABSTRAK

Ketidakpastian variabel-variabel perencanaan merupakan input penting pada analisis keandalan ataupun perencanaan berdasarkan keandalan. Sebagian besar variabel-variabel perencanaan memiliki ketidakpastian yang ditunjukkan oleh adanya standard deviasi pada variabel-variabel tersebut. *Probability density function (PDF)* digunakan untuk mendeskripsikan secara lengkap ketidakpastian tersebut pada analisis keandalan. Beberapa PDF yang sering digunakan antara lain : distribusi-distribusi normal, lognormal, uniform, dan distribusi beta. Dengan demikian, analisis keandalan memerlukan pemilihan PDF yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah mencari pendekatan yang sistematis pada *Probability density function (PDF)* untuk masing-masing variabel perencanaan; dan mengidentifikasi distribusi untuk masing-masing variabel. Untuk menjelaskan variabel-variabel ketidakpastian didalam perencanaan berdasarkan keandalan/*reliability based design (RBD)* digunakan fungsi-fungsi distribusi probabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : sumber-sumber ketidakpastian ditimbulkan oleh parameter-parameter beban dan parameter-parameter ketahanan; histogram beban hidup pada umumnya mendekati distribusi lognormal dengan faktor bias relatif tinggi (1,15), sedangkan ketidakpastian beban mati mendekati distribusi normal dengan faktor bias sangat rendah – mendekati 1; dimensi pondasi (lebar dan panjang) memiliki faktor bias sangat rendah (1,05) dengan histogram mendekati distribusi normal; dan faktor daya dukung $\cdot N_{\gamma} \cdot S_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$ untuk semua jenis pondasi mendekati distribusi log-normal. Namun demikian, faktor bias berbeda beda untuk setiap jenis pondasi yang ditinjau. Pondasi lajur 1,50 ; pondasi persegi dan pondasi persegi panjang memiliki faktor bias sama 1,40.

Kata-kata kunci : ketidakpastian, probability density function, beban, ketahanan, daya dukung, pondasi dangkal.

1. PENDAHULUAN

Angka-angka keamanan dalam praktek-praktek geoteknik konvensional pada umumnya didasarkan pada pengalaman yang logis. Namun demikian, pada umumnya, angka keamanan yang diambil merupakan harga tunggal, sebagai contoh angka keamanan pada stabilitas lereng, dinding penahan tanah dan sebagainya, yang sering kali tidak memperhatikan derajat ketidakpastian pada saat melakukan analisis. Melalui peraturan-peraturan atau kebiasaan, nilai tunggal angka keamanan sering diterapkan pada suatu kondisi yang sebenarnya harus mempertimbangkan adanya ketidakpastian. Dengan demikian, hal tersebut dianggap sesuatu yang tidak logis.

Hitungan-hitungan keandalan memberikan alternatif analisis yang mengkombinasikan pengaruh-pengaruh ketidakpastian, dan membedakan tinggi rendahnya ketidakpastian didalam suatu sistem struktur. Sebenarnya metode keandalan adalah tepat digunakan dibidang geoteknik, akan tetapi metode ini belum banyak diterapkan dengan intensif. Dengan demikian, perlu di kembangkan penelitian-penelitian yang berhubungan dengan keandalan di dalam geoteknik. Yang kemudian, diikuti dengan penerapannya di dalam perencanaan struktur, baik struktur bangunan gedung bertingkat maupun struktur yang berhubungan dengan geoteknik seperti : perencanaan pondasi, lereng, dinding penahan tanah dan lain lain. Pada semua perencanaan belum memperhatikan ketidakpastian faktor faktor perencanaan tersebut. Padahal ketidakpastian variabel-variabel perencanaan ini merupakan input penting pada perencanaan berdasarkan pada keandalan. Tujuan penelitian ini adalah mencari pendekatan yang sistematis pada Probability density function (PDF) dan mencari pendekatan fungsi distribusi untuk masing-masing variabel perencanaan.

2. REVIEW PUSTAKA

Duncan, J.M (2000); menguraikan mengenai analisis keandalan yang sangat sederhana. Contoh-contoh analisis keandalan dalam geoteknik dipresentasikan yang antara lain : persoalan stabilitas dinding penahan tanah, dan stabilitas lereng. Penyederhanaan-penyederhanaan persoalan dikemukakan pada penelitian tersebut. Foye *et.al* (2006) meneliti mengenai penilaian terhadap ketidakpastian variabel-variabel perencanaan pondasi dengan hasil bahwa LRFD merupakan pendekatan alternatif yang cukup baik dibanding dengan perencanaan berdasarkan WSD. Kelebihan LRFD dibanding dengan WSD adalah kemampuannya dalam menjaga konsistensi keandalan dengan mempertimbangkan ketidak pastian beban dan ketahanan secara terpisah. *Massih, et.al* (2008) mengusulkan pendekatan analisis dan perencanaan berdasar keandalan untuk pondasi lajur tanpa atau dengan pembebanan pseudostatik. Parameter-parameter geser tanah diasumsikan sebagai variabel-variabel acak. *Haldar,S. et.al* (2008) mengusulkan suatu prosedur analisis angka keamanan parsial untuk pondasi tiang dengan mempertimbangkan adanya penyimpangan dan ketidak pastian pada parameter-parameter yang menentukan interaksi antara tanah dengan tiang. Penelitian tersebut menggunakan hasil pengujian load-settlement yang diperoleh dari data sekunder. Kapasitas ultimit tiang dihitung berdasarkan pada tiga kriteria keruntuhan. Ketidak pastian pada interaksi antara tanah dan tiang di modelkan dengan metode Monte Carlo.

Massih (2008) meneliti pendekatan keandalan untuk analisis dan perencanaan fondasi strip yang menerima beban vertikal dengan atau tanpa beban pseudostatik; hanya kerusakan akibat punching berdasarkan konsep ultimit yang dipelajari. Model-model deterministik dikembangkan berdasarkan metode batas atas. Variabel-variabel random yang diperhitungkan adalah parameter-parameter kuat geser tanah dan koefisien gempa arah horisontal. Pada penelitiannya menggunakan indeks keandalan yang dikembangkan oleh Lind & Hassoffer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa korelasi negatif antara parameter-parameter kuat geser tanah dengan keandalan fondasi meningkat, dan kemungkinan kegagalan sangat dipengaruhi oleh koefisien variasi sudut gesek dalam tanah dan koefisien gempa arah horisontal.

Hatmoko, J.T., & Ali, J. (1999) mengevaluasi berdasarkan keandalan sehubungan dengan model perencanaan lapis keras fleksibel menurut US Army Corps of Engineers. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa keandalan model perencanaan tersebut adalah 61% dengan anggapan bahwa data terdistribusi lognormal. Jika data diasumsi terdistribusi normal, keandalan model perencanaan sekitar 58%. *Hatmoko, J.T., & Ali, J (2001)* mengevaluasi berdasarkan keandalan mengenai faktor-faktor daya dukung pondasi dangkal. Penelitian tersebut mengambil sampel studi data pengujian tanah untuk Gedung Motor Perwita di Jln. Brigjen Katamso Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa probabilitas kegagalan yang terjadi pada kondisi ultimit berada pada kisaran harga 50%, sedangkan pada kondisi yang paling aman probabilitas kegagalan bervariasi antara 1,18% sampai dengan 2,3%. *Hatmoko, J.T. dkk. (1999)*. Membuat model keandalan kelompok tiang, dengan anggapan tiang daktail kemudian membuat evaluasi berdasarkan moda unjuk kerja untuk menentukan probabilitas kegagalan suatu struktur yang didukung oleh kelompok tiang ditinjau dari 2-D maupun 3-D. Pemodelan ini juga menganalisis pengaruh 3-D pada batas-batas keandalan sistem seri dan paralel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batas-batas keandalan untuk anggapan tiang liat lebih sempit dibanding dengan anggapan tiang kaku. Untuk analisis 3-D menghasilkan moda unjuk kerja yang lebih baik dibandingkan dengan pendekatan 2-D.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama adalah pengujian di Laboratorium untuk menentukan sifat-sifat fisik tanah (kadar air, gradasi, berat jenis dll.), serta menentukan parameter-parameter geser tanah di dalam alat geser langsung maupun triaksial. Kedua, menentukan faktor-faktor ketahanan secara teoritis sehubungan dengan variabel-variabel daya dukung tanah dasar. Dalam hal ini menentukan kerangka rasional mengenai evaluasi faktor-faktor ketahanan daya dukung tanah dasar pada tanah pasir.

PENGUJIAN LABORATORIUM

1. Pengujian kadar air

Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan alat-alat : cawan dan oven dengan pengontrol temperatur yang akurat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam tanah yang akan digunakan di dalam penelitian ini. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM D2216-92 dan (ASTM Standard) SNI 1965 : 2008, dengan menggunakan alat-alat sebagai berikut: cawan dan oven dengan pengontrol temperatur yang akurat. Pengujian ini menggunakan 5 buah sampel tanah pasir yang diambil dari satu lokasi. Hasil dari kelima pengujian tersebut kemudian diambil harga reratanya.

2. Pengujian berat jenis.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah yang akan digunakan didalam penelitian. Standar yang digunakan untuk pengujian ini adalah : SNI 1964: 2008; AASHTO T100-70, dan ASTM D854-58. Analisis hasil pengujian menggunakan standar yang sama. Sampel yang diuji pada pengujian ini sebanyak 5 buah.

3. Pengujian analisis saringan

Pengujian ini untuk mengetahui distribusi ukuran butir kedua jenis tanah yang dipakai didalam penelitian ini dan kemudian menentukan klasifikasi tanah tersebut menurut *Unified Soil Classification*. Referensi yang digunakan pada percobaan ini adalah : AASHTO T87-70 untuk persiapan sampel; AASHTO t88-70 untuk prosedur pengujian; ASTM D421-58 dan D422-63. Sedangkan untuk pengujian hidrometer menggunakan standar : AASHTO T87-70, T88-70, dan ASTM D421-59, dan D422-63. Pengujian ini menggunakan 5 buah sampel.

4. Pengujian geser langsung

Pengujian ini dilakukan untuk mencari parameter geser tanah yaitu: kohesi dan sudut gesek dalam. Metode ini dilakukan pada kondisi tanah tida terkonsolidasi dan tidak terdrainase. Referensi dan metode pengujian ini mengikuti SNI 03-3420-1994; AASHTO 236-72 dan ASTM, 1982 D 3080-72.

URUTAN EVALUASI FAKTOR-FAKTOR KETAHANAN

Kerangka pemikiran yang konsisten untuk mengevaluasi faktor-faktor ketahanan adalah pokok keberhasilan dalam implementasi LRFD. Untuk keperluan tersebut ada beberapa pendekatan seperti : faktor skala dan faktor yang ada pada konsep keamanan; menggunakan teori probabilistik sederhana dengan mempertimbangkan beberapa ketidakpastian; dan menunjukkan beberapa analisis probabilistik dengan mempertimbangkan semua parameter ketidakpastian. Hasil metode terakhir ini lebih dapat dipertanggung jawabkan dari pada metode-metode lain sebelumnya. Setelah kerangka model untuk menentukan faktor ketahanan dirumuskan, berikut adalah langkah-langkah yang diusulkan untuk penerapannya didalam geoteknik.

- 1) Identifikasi persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung ketahanan pondasi;
- 2) Identifikasi komponen-komponen variabel pada persamaan ketahanan;
- 3) Identifikasi besaran-besaran yang terukur yang dihasilkan dari pengujian geoteknik, yang berhubungan dengan variabel-variabel masukan.
- 4) Identifikasi semua komponen ketidakpastian untuk setiap variabel termasuk transformasinya.
- 5) Evaluasi ketidakpastian yang timbul dengan menggunakan statistik yang ada.
- 6) Gunakan ketidakpastian-ketidakpastian tersebut untuk menentukan PDF untuk keperluan analisis keandalan.
- 7) Pilih variabel-variabel perencanaan yang representatif : dimensi, beban, dan ketahanan.
- 8) Lakukan analisis keandalan untuk memperoleh faktor-faktor ketahanan.
- 9) Sesuaikan faktor ketahanan dengan faktor beban.
- 10) Ulangi analisis keandalan untuk mengkaver rentang kondisi perencanaan yang representatif.

INSTRUMEN UNTUK MENILAI KETIDAKPASTIAN

1. Standar penyimpangan sampel

Penyebaran dan ketidakpastian didalam pengukuran dan korelasi dapat dihitung dengan menggunakan standar penyimpangan, dimana standar penyimpangan populasi dapat didekati dengan standar penyimpangan sampel. Harga standar deviasi sampel ini, didalam teori probabilitas, dapat digunakan untuk mengestimasi standar deviasi populasi, σ . Di dalam praktek-praktek geoteknik, standar deviasi sering dinyatakan dengan koefisien variasi (COV) = σ/x^* . Penggunaan COV sebagai pengganti standar deviasi disebabkan oleh karena independensi COV terhadap x^* .

Pada assesmen variabel-variabel ketidakpastian akan diuraikan sebagai berikut. Ada beberapa hal dimana hubungan khusus antara dua buah variabel dapat ditentukan dari data; sebagai contoh jika ada data yang menunjukkan hubungan antara variabel X dan variabel Y. Suatu fungsi $y = f(x)$ dapat didefinisikan, yang mewakili kecenderungan nilai rerata pada data tersebut. Trend atau kecenderungan tersebut dapat dianalisis dengan metoda kuadrat terkecil dan analisis regresi. Dalam hal ini perlu dievaluasi ketidakpastian hubungan antara X dan Y yang dapat dilakukan dengan mempertimbangkan penyebaran data pada harga y disekitar harga rerata yang diprediksi dengan $y = f(x)$.

2. Metode $N\sigma$ dan 6σ

Penyebaran pengukuran cenderung mengikuti trend distribusi normal. Distribusi normal adalah suatu tipe PDF yang dapat digambarkan secara jelas dengan menggunakan mean dan standar penyimpangannya. Beberapa data geoteknik seperti jumlah pukulan (N) pada SPT, dan nilai konus (q_c) pada CPT memiliki ketergantungan dengan kedalaman. Metode 6σ dapat menggambarkan evaluasi pada standar penyimpangan pada data yang memiliki trend tertentu. Langkah pertama adalah mengamati batas-batas data, dan reratanya. Sebagai contoh pada data hasil CPT (q_c) atau nilai N pada SPT memiliki kecenderungan terhadap kedalmannya. Pada hasil tersebut untuk kedalaman tertentu

dapat dihitung rentang data (perbedaan antara batas nilai minimum dan nilai maksimumnya). Kemudian, standar deviasi dapat dihitung sebagai: $\sigma = (\text{rentang data})/6$

Implikasi dari persamaan tersebut mempresentasikan bahwa rentang data sama dengan 6 X standar deviasi untuk distribusi normal. Hal ini sangat mungkin bahwa unuk beberapa hasil pengujian geoteknik, koefisien variasi (COV) akan bervariasi tergantung pada harga mean atau kedalamannya. Dengan demikian, akan sangat konservatif jika diambil harga COV terbesar untuk keperluan analisis keandalan. Harga 6σ dapat dimodifikasi untuk menghindari pengambilan data yang konservatif.

Modifikasi harga 6σ dapat digunakan jika data yang ada cukup kecil. Pada prosedur ini, batas-batas data dianggap mewakili angka standar penyimpangan $N\sigma$ yang tergantung pada jumlah data (n).

PENILAIAN KETIDAKPASTIAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH PASIR

Berikut adalah langkah 1 sampai dengan 6, pada urutan untuk mengevaluasi faktor-faktor ketahanan yang diterapkan pada pondasi dangkal yang dibangun diatas tanah pasir.

Langkah 1: Identifikasi Persamaan Batas

Persamaan untuk tanah pasir terdrainase sempurna digunakan pada penelitian ini. Untuk pondasi bujur sangkar pada tanah pasir, persamaan daya dukung untuk kondisi batas

$$\left(\frac{DL + LL}{B \times L} \right) - \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot N_{\gamma} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan diatas (1) menunjukkan kontrol perencanaan untuk mengontrol kemungkinan bahwa fondasi akan direncanakan berdasarkan teori daya dukung klasik. Analisis keandalan yang relevan dengan kontrol perencanaan ini harus memperhatikan kemungkinan bahwa daya dukung dievaluasi lebih kecil dari yang diperlukan untuk mendukung beban diatasnya.

Langkah 2 : Identifikasi Variabel-variabel perencanaan

Variabel-variabel pada persamaan diatas; B dan L ditentukan oleh perencana; DL dan LL adalah hasil perencanaan struktur atas; γ diperoleh dari laboratorium atau diestimasi, dan $s_{\gamma} d_{\gamma} N_{\gamma}$ ditentukan menggunakan hubungan antara sudut gesek dalam, B, L dan d. Sudut gesek dalam ϕ dapat diperoleh dengan eksperimen di laboratorium.

Langkah 3 : Identifikasi Pengujian pengujian Tanah

Dalam hal ini harus dilakukan pengujian-pengujian sondir (CPT) dan standar penetration test (SPT). Sebab korelasi-korelasi yang diidentifikasi pada langkah 2 yang menyangkut ketidak pastian pada harga N –SPT, tahanan konus qc akan berpengaruh pada ketidak pastian faktor-faktor , daya dukung, kedalaman, dan faktor bentuk $N_{\gamma}; s_{\gamma}; \text{ dan } d_{\gamma}$

Langkah 4: Identifikasi semua komponen ketidakpastian untuk setiap variable termasuk korelasinya

Untuk beberapa variable, ketidakpastiannya sangat kecil seperti dimensi pondasi B dan L, berat volume tanah γ . Variabel-variabel tersebut dapat diabaikan dalam analisis ketidak pastian meyeluruh terhadap variable-variabel yang lain. Namun demikian, pada literature-literatur, ketidakpastian variable- variable tersebut masih diperhitungkan.

Langkah 5 dan 6: Mengevaluasi ketidakpastian dan memilih PDF untuk analisis keandalan

Untuk mencari ketidakpastian variabel terutama yang sudah ditransformai, digunakan integrasi numerik. Sebagai contoh: untuk menghitung histogram yang menggambarkan ϕ , fungsi densitas didefinisikan sebagai variabel random terdistribusi normal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

IDENTIFIKASI PERSAMAAN BATAS

Pendekatan model dilakukan untuk pondasi dangkal bentuk persegi panjang maupun lajur. Daya dukung tanah dasar digunakan persamaan Meyerhoff, dengan asumsi dasar pondasi terletak dimuka tanah (lihat gambar...)

Persamaan Meyerhof:

$$\begin{aligned} \text{Beban ..vertikal} & : \dots q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \gamma B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \\ \text{Beban ..miring} & : \dots q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \gamma B \cdot N_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

Persamaan batas $q_{ult} = Q$; dengan $Q = LL + DL$, tanah pasir $c = 0$; surface footing $q = 0$, maka persamaan batas menjadi: $\frac{DL + LL}{B \times L} - \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} = 0$

DL dan LL adalah beban mati dan beban hidup yang terjadi pada struktur atas dan diteruskan ke pondasi. Beban mati memiliki COV yang sangat kecil, sehingga seringkali dalam analisis ketidakpastian diabaikan. Sedangkan beban hidup (LL) yang memiliki ketidakpastian cukup besar selalu diperhitungkan dalam analisis probabilitas (ketidakpastian) maupun keandalan. Faktor-faktor lain yang sehubungan dengan geometri, B dan L, memiliki faktor ketidakpastian kecil sehingga sering kali diabaikan didalam analisis probabilistik maupun analisis keandalan.

KOMPONEN VARIABEL DAN IDENTIFIKASI PENGUJIAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN SETIAP VARIABEL

Seperti disinggung dimuka bahwa variabel-variabel perencanaan B dan L yang ditentukan oleh perencana pada umumnya memiliki COV yang sangat kecil; demikian halnya dengan beban mati (DL) yang pada umumnya merupakan berat sendiri dari struktur tersebut. Sedangkan beban hidup (LL) pada umumnya memiliki COV yang cukup besar dikarenakan ketidakpastiannya.

Variabel-variabel daya dukung tanah dasar, N_{γ} , s_{γ} , d_{γ} sangat tergantung pada sudut gesek dalam ϕ yang tergantung pada hasil pengujian di laboratorium. Demikian halnya mengenai berat volume tanah γ .

1. Berat volume tanah (γ)

Hasil pengujian berat volume tanah yang dilakukan pada 7 buah sampel adalah sebagai berikut:

Rentang data = $(20-17) = 3$jumlah sampel $n = 7$ $N\sigma = 2,704$, dengan demikian diperoleh standar penyimpangan $\sigma = 3/2,704 = 1,109 \text{ kN/m}^3$. $COV = 1,109/18,129 = 0,0612$ cukup kecil. Hasil tersebut dapat dikontrol dengan analisis statistik biasa.

$$s = \sqrt{\frac{7,002}{(7-1)}} = 1,08 \dots \dots COV = \frac{1,08}{18,129} = 0,05959$$

2. Sudut gesek dalam (Φ)

Tanah pasir yang diuji didalam alat uji geser langsung adalah pasir sedang dengan kisaran sudut gesek antara 27 derajat sampai dengan 36 derajat. Jumlah sampel yang diuji adalah 8(delapan) buah sampel ($n = 8$), sehingga $N\sigma = 2,8472$. Diperoleh harga standar deviasi $\sigma = \frac{(36 - 27)}{2,8472} = 3,161^{\circ}$

3. $N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$

Variabel-variabel tersebut tergantung pada sudut gesek dalam (Φ), sehingga standar penyimpangan maupun COV-nya juga tergantung pada sudut gesek dalam. Semakin besar COV untuk Φ , semakin besar juga COV untuk variabel-variabel tersebut. Koefisien variasi yang terjadi pada variabel tersebut cukup besar lebih dari 0.50. Kontribusi terbesar pada angka tersebut ditimbulkan oleh bervariasinya faktor daya dukung N_{γ} oleh berubahnya sudut gesek dalam. Hal ini disebabkan oleh karena hubungan antara sudut gesek dalam dengan N_{γ} bersifat eksponensial. Sedangkan rentang data untuk faktor bentuk maupun faktor kedalaman cukup kecil.

IDENTIFIKASI SEMUA KOMPONEN KETIDAKPASTIAN UNTUK SETIAP VARIABEL

Untuk beberapa variabel, ketidakpastiannya sangat kecil, sehingga kontribusinya terhadap ketidakpastian pada daya dukung pondasi secara keseluruhan menjadi sangat kecil, dibandingkan dengan faktor-faktor yang lainnya. Variabel-variabel tersebut, sebagai misal berat volume tanah (γ) ditentukan berdasarkan hasil eksperimen di laboratorium, sedangkan dimensi pondasi B dan L nilai COV-nya diambil dari literatur.

Ketidakpastian berat volume tanah ditentukan dengan eksperimen dengan menggunakan 7(tujuh)buah sampel dengan rentang data = $(20-17) = 3$, dengan menggunakan $N\sigma = 2,704$, diperoleh standar penyimpangan $\sigma = 3/2,704 = 1,109 \text{ kN/m}^3$. $COV = 1,109/18,129 = 0,0612$ cukup kecil. Nilai COV tersebut sangat konservatif untuk dipertimbangkan sebagai faktor ketidakpastian. Untuk B dan L, diambil referensi ACI 117 (ACI 1990). Menurut ACI 117 tersebut, toleransi dimensi pondasi telapak empat persegi panjang (B x L) dengan lebar antara 610 mm dan 1830 mm antara -13/+152 mm. Pada dimensi pondasi, pendekatan konservatif untuk nilai COV-nya sangat diperlukan. Dengan demikian, jika digunakan metode 6σ , harga terkecil B digunakan 610 mm, maka harga standar penyimpangan $COV = 152/(6 \times 610) = 0,042$. Harga tersebut juga secara konservatif diterapkan, oleh karena kecilnya ketidakpastiannya maka sering diabaikan dalam analisis keandalan.

Tabel 1. Ketidakpastian variabel-variabel perencanaan

Variabel	Jenis pondasi	PDF	Faktor bias	COV	Sumber
DL	Berlaku untuk semua jenis pondasi	Normal	1,05	0,15	Elingwood 1999
LL		Lognormal	1,15	0,25	Hatmoko, 2003
γ		Normal	1,05	0,06	Eksperimen
B, L		Normal	1,05	0,041	ACI 117 1990
ϕ		Normal	1,03	0,0941	Eksperimen
$N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$	Persegi	Lognormal	1,40	0,5159	Analisis dari hsl eksperimen
$N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$	Persegi panjang	Lognormal	1,40	0,4919	Analisis dari hsl eksperimen
$N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$	lajur	Lognormal	1,50	0,4919	Analisis dari hsl eksperimen

Untuk toleransi yang dispesifikasikan ACI dimana batas atas secara substansial sangat jauh dari harga yang direncanakan dibandingkan dengan batas bawah, sehingga hal tersebut akan menimbulkan kecenderungan bahwa para perencana melakukan over perencanaan. Dengan demikian akan tepat jika digunakan faktor bias yang merupakan rasio antara harga rerata variabel perencanaan dengan harga nominalnya bias $faktor = x^*/x_{nominal}$ untukantisipasi kecenderungan tersebut. Untuk dimensi pondasi telapak, sebagai contoh, yang cenderung dibangun melebihi perencanaannya, faktor bias akan lebih besar 1. Jika digunakan ACI 117, faktor bias untuk dimensi pondasi telapak diambil 1,05.

Beban hidup (LL) dan beban mati (DL) memiliki ketidakpastian yang memberikan pengaruh signifikans terhadap ketidakpastian daya dukung tanah secara keseluruhan. Ketidakpastian tersebut sudah dikaji secara mendalam oleh Elingwood(1999). Elingwood melaporkan bahwa COV dan faktor bias untuk DL adalah 0,15 dan 1,05; sedangkan untuk beban hidup (LL) 0,25 dan 1,15. Mengenai ketidak pastian dan faktor bias dapat dilihat pada tabel 1

Faktor bias dan COV $N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$ secara keseluruhan sangat tergantung faktor bias dan COV dari sudut gesek dalam (ϕ_p). Tujuan ditentukannya ketiga faktor tersebut untuk mereproduksi dimensi pondasi telapak (B dan L) yang cukup akurat yang ditentukan pada persamaan batas. Dengan demikian faktor kombinasi $N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$ mewakili hasil perencanaan batas yang ketidakpastiannya memberikan kontribusi pada analisis keandalan. Harga $N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$ pada kenyataannya dijamin oleh metode analisis batas terletak pada batas-batas sudut gesek dalam yang diberikan, oleh sebab itu probabilitas $N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$ pada batas tersebut mendekati seratus prosen. Berdasarkan pada kondisi tersebut, PDF yang paling tepat untuk variabel tersebut adalah distribusi lognormal.

Untuk pondasi lajur, bujur sangkar dan empat persegi panjang, dirumuskan dngan PDF yang berbeda dengan alasan bahwa ketidakpastian untuk masing-masing bentuk pondasi berbeda. Ketidakpastian pada pondasi lajur lebih kecil bila dibandingkan dengan pondasi bujur sangkar atau pondasi empat persegi panjang. Perbedaan tersebut terjadi karena pada pondasi lajur dapat dipandang sebagai 2 dimensi, sedangkan pondasi bujur sangkar atau pondasi empat persegi panjang harus dilihat sebagai 3 dimensi. Demikian halnya, ketidakpastian pondasi empat persegi panjang lebih besar dari pondasi bentuk bujur sangkar disebabkan bahwa geometri pondasi bujur sangkar dapat direduksi.

Pada tahapan ini, ketidakpastian semua variabel yang relevan dengan pengujian-pengujian geoteknik, transformasi dan variabel-variabel lain yang berhubungan sudah dijelaskan. Tahapan berikutnya adalah menggabung semua ketidakpastian untuk merumuskan PDF semua variabel yang ada pada persamaan batas (persamaan 7).

GABUNGAN KETIDAKPASTIAN VARIABEL DAN PEMILIHAN PDF

1. Harga nominal harga rerata dan faktor bias

Harga rerata berhubungan langsung dengan nilai harapan (expeced value) pada suatu variabel random. Untuk pengukuran, harga ini ditentukan dengan mengambil nilai rerata dari satu data atau dengan menemukan kecenderungan nilai rerata dari suatu data. Untuk harga variabel yan ditransformasi Y, harga rerata y^* diambil

sebagai nilai harapan Y sesuai dengan PDF $p_Y(y)$ atau dari histogram yang mempresentasikan PDF $p_Y(y)$. Pada beberapa kasus perencanaan geoteknik, parameter yang digunakan pada perencanaan adalah harga nominal, yang kemungkinan akan berbeda dengan harga rerata. Pada kasus-kasus tersebut, digunakan faktor bias yang menggambarkan perbedaan tersebut. Faktor bias dirumuskan sebagai berikut : faaktor bias = y^*/y_{nominal}

Perbedaan antara harga nominal dan harga rerata disebabkan oleh , pertama beberapa persamaan yang digunakan dalam perencanaan sudah diketahui bias. Pada kasus-kasus tersebut, faktor bias digunakan untuk mengoreksi suatu harga yang ditentukan dari persamaan perencanaan yang diketahui biasanya, sehingga harga rerata secara statistik dari parameter perencanaan menggambarkan pengertian terbaik yang harus dilakukan oleh perencana. Kedua, transformasi tidak linier $y = f(x)$ menghasilkan PDF $p_Y(y)$ yang ditransformasi dengan bentuk yang berbeda dengan PDF masukan $p_X(x)$. Perubahan bentuk juga merubah harga rerata sehingga $E(Y) \neq f\{E(X)\}$ Sebagai contoh, fungsi nonlinier $y = f(x)$ yang memiliki derivatif kedua positif cenderung menghasilkan harga : $E[Y] > f\{E(X)\}$. Peningkatan tersebut dihasilkan oleh peningkatan relatif dari momen pertama fungsi distribusi. Untuk harga nominal yang diberikan, harga rerata dapat dihitung dengan persamaan 18 setelah faktor bias dievaluasi. Terakhir yang diterangkan pada gambar 2 adalah harga batas. Harga batas adalah suatu harga parameter perencanaan yang dibutuhkan untuk mencapai harga batas tertentu.

2. Pemilihan PDF untuk Analisis Keandalan

Integrasi numerik pada persamaan 15 digunakan untuk menentukan ketidakpastian setiap variabel yang ditransformasi, ϕ , dan $N_{\gamma}, s_{\gamma}, d_{\gamma}$ yang pada akhirnya dapat ditentukan PDF untuk setiap variabel perencanaan. Bentuk-bentuk histogram yang diturunkan dari integrasi numerik pada persamaan 15 digunakan untuk menentukan PDF yang representative untuk setiap variabel. Histogram variabel ϕ menyerupai distribusi normal, sedangkan $N_{\gamma}, s_{\gamma}, d_{\gamma}$ menyerupai distribusi log-normal. Nilai rerata dan COV yang diperoleh dari histogram tersebut dapat digunakan untuk mendefinisikan PDF untuk setiap variabel. Distribusi untuk masing-masing variabel dapat dilihat pada tabel 1.

Setiap PDF tersebut tidak secara penuh digambarkan tanpa mempertimbangkan bahwa bias faktor sangat diperlukan. Seperti dijelaskan dimuka, pada saat didiskusikan mengenai faktor bias, faktor buias untuk $N_{\gamma}, s_{\gamma}, d_{\gamma}$ diperlukan disebabkan oleh pengaruh transformasi linier dari persamaan daya dukung. Seperti telah diketahui bahwa harga faktor-faktor daya dukung tanah nsangat tergantung pada nilai konus.

5. KESIMPULAN

- Untuk menjelaskan variabel-variabel ketidakpastian didalam perencanaan berdasarkan keandalan/*reliability based design (RBD)* digunakan fungsi-fungsi distribusi probabilitas.
- Sumber-sumber ketidakpastian ditimbulkan oleh parameter-parameter beban dan parameter-parameter ketahanan.
- Histogram dari beban hidup pada umumnya menyerupai distribusi lognormal dengan faktor bias relatif tinggi (1,15), sedangkan ketidakpastian beban mati mirip dan mendekati distribusi normal dengan faktor bias sangat rendah – mendekati 1.
- Dimensi pondasi (lebar dan panjang) memilki faktor bias sangat rendah (1,05) dengan histogram mendekati distribusi normal.
- $N_{\gamma}, s_{\gamma}, d_{\gamma}$ untuk semua jenis pondasi mendekati distribusi log-normal. Namun demikian, faktor bias berbeda beda unuk setiap jenis pondasi yang ditinjau. Pondasi lajur 1,50 ; pondasi pesegi dan pondasi pesegi panjang memiliki faktor bias sama 1,40.

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO(1998):"LRFD bridge design specifications" 2nd edition, Washington, D.C.
2. American Concrete Institute (ACI) (1990):"Standard Specifications for tolerances for concrete construction and materials" 117-90, Detroit USA.
3. Ang , A.H.S., and Tang,W-H.(1975):" Probability concepts in engineering planning and design : basic principles", vol. I, John Willey and sons, New York.
4. Bolton, M.D., (1986) : " The strength and dilatancy of sands" *Geoteqnique*, 36,65-78.
5. Christian, J.T., Ladd, C.C (1994). " *Reliability Applied to slope stability analysis*" Journal of Geotechnical Engineering; 20; Dec; pp.2180 – 2207.

6. Tang., W. H; (1999) : “*Reliability in back analysis of slope failure*” *Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Tokyo, October
7. Duncan JM, 2000: *Factors Safety and Reliability in Geotechnical Engineering*, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 126, No. 4, April 2000, pp.307-316.
8. Ellingwood, B., (1999):”Wind load statistics for probability-based structural design” *Journal of Structural Engineering*, vol.125, No. 4.
9. Foye,K.C; et.al, 2006: *Assessment of Variables Uncertainties for Reliability-Based Design of Foundations*, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 132, No. 9, September 2006, pp.1197-1207
10. Hadar,S. et.al, 2008 : *Load Resistance Factor Design of Axially Loaded Pile Based on Load Test Results*, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 134, No. 8, August 2008, pp.1106-1117
11. Hatmoko, J.T, & Ali, J (1999): “*Reliability Assessment Model Perencanaan Perkerasan Lentur*” *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, vol.7, No.3, Juni 2007
12. Hatmoko, J.T, & Ali, J (2001): “*Evaluasi Keandalan Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Pasir*” *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, vol.2, No.1, Juni 2001
13. Hatmoko, J.T; Susanto, B, & Supriyadi, D.S. (1999): “ *Model Keandalan Sistem Kelompok Tiang*”. Laporan Studi, LPPM Universitas Atma Jaya Yogyakarta
14. Hatmoko, J.T; Lulie,Y (2003): “ *Surety Beban Hidup untuk Bangunan Sekolah di Daerah Istimewa Yogyakarta*”. Laporan Studi, LPPM Universitas Atma Jaya Yogyakarta
15. Perkins, S., and Madson,C. (2000):”Bearing capacity of shallow foundations on sands : A relative density approach” *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 126(6), 521-530.