

File Edit View History Bookmarks Tools Help

(2 belum dibaca) - tjtradi... x TEKNIK SIPIL - POLITEKNI... x +

https://juteksipilpnj.wordpress.com

SEMINAR NASIONAL

“ INOVASI MATERIAL KONSTRUKSI RAMAH LINGKUNGAN DAN BERKELANJUTAN ”

Kampus Politeknik Negeri Jakarta ,Depok, 24 September 2016
CALL FOR PAPERS

LATAR BELAKANG

Demi untuk menghasilkan material konstruksi telah banyak hutan dikorbankan, melalui pembalakan liar, pembakaran dan penggundulan hutan, sehingga tanah yang asalnya subur menjadi gersang. Adanya penebangan hutan tanpa disertai dengan reboisasi menyebabkan banyak perubahan negatif, seperti pemanasan global (*global warming*). Pohon berperan dalam menyimpan karbon dioksida untuk menghasilkan karbohidrat, lemak dan protein yang membentuk pohon. Ketika terjadi deforestasi, banyak pohon ditebang dan dibakar menyebabkan lepasnya karbon dioksida didalamnya, sehingga kadar karbon dioksida di atmosfer menjadi bertambah yang menyebabkan hilangnya kesuburan tanah, turunnya sumber daya air, banjir dan punahnya keanekaragaman hayati. Pemanasan global juga dipicu oleh polusi udara dari kendaraan dan industri yang tidak ramah lingkungan.

Untuk menghindari dari ancaman pemanasan global, diantaranya adalah dengan melestarikan hutan, dan meminimalisir pemakaian kayu untuk bahan konstruksi, perlu dipikirkan alternatif bahan konstruksi lainnya, yang tidak menggunakan kayu sebagai bahan utama. Bisa dalam bentuk mendaur ulang bahan bangunan, mengurangi pemakaian bahan yang tidak ramah lingkungan, atau menggunakan kembali limbah konstruksi sebagai bahan bangunan baru.

WordPress.org

Anang di Informasi

YANG LALU DISINI

Pilih Bulan

September 2016

M S S R K J S

1 2 3

4 5 6 7 8 9 10

11 12 13 14 15 16 17

18 19 20 21 22 23 24

25 26 27 28 29 30

« Jun

BLOCCROLL

Beamnews's Kusumo Drajad S, MSi
FORM NILAI SOFT SKILL
Jadwal Kuliah Semester Ganjil 2012-2013
JADWAL SIDANG TA PERIODE I TH 2011-2012
Kalender Akademik TH 2012-2013 pratikto-ASMATBETON
WordPress.com

File Edit View History Bookmarks Tools Help

(2 belum dibaca) - tjtradi... x TEKNIK SIPIL - POLITEKNI... x +

https://juteksipilpnj.wordpress.com

TOPIK KAJIAN

Topik kajian dalam seminar ini tidak hanya untuk bahan konstruksi gedung saja, tetapi tidak menutup kemungkinan dalam bidang rekayasa lainnya seperti :

Rekayasa struktur, Rekayasa geoteknik, Rekayasa material konstruksi,
Rekayasa infrastruktur, Metode kerja teknologi konstruksi,

WAKTU PELAKSANAAN

Batas akhir pengumpulan abstrak : 14 Agustus 2016 (maks 250 kata)
Pengumuman abstrak lolos seleksi : 29 Agustus 2016
Batas akhir pengumpulan full paper : 7 September 2016
Pelaksanaan seminar : 24 September 2016

Registrasi pemakalah paling lambat tgl 12 September 2016

Makalah yang terseleksi dan dipresentasikan akan dimuat dalam jurnal online ber-ISSN

INFORMASI :

Anni Susilowati Telp. 08159378852 ; Yelvi Telp. 081374037434
email adress : semnas.sipil@pnj.ac.id dan cc: juteksipil@gmail.com

Umum	Dosen	Mahasiswa	
Pemakalah	Rp. 350.000,-	Rp 300.000,-	Rp 150.000,-
Peserta	Rp. 200.000,-	Rp 200.000,-	Rp 75.000,-

Pembayaran melalui nomor rekening Bank Mandiri 1570001345660 atas nama Darul Nurjannah, paling lambat 14 September 2016

TEKNIK SIPIL – POLITEKNIK NEGERI JAKA...

WordPress.org

PENGUNJUNG

49,660

META

Daftar
Masuk
RSS Entri
RSS Komentar
WordPress.com

Blog di WordPress.com. Ikuti

File Edit View History Bookmarks Tools Help

(2 belum dibaca) - tjtradi... x TEKNIK SIPIL - POLITEKNI... x +

https://juteksipilpnj.wordpress.com



SEMINAR NASIONAL
 "INOVASI MATERIAL KONSTRUKSI RAMAH LINGKUNGAN
 DAN BERKELANJUTAN"
 Kampus Politeknik Negeri Jakarta
 Depok, 24 September 2016

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
 السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Salam sejahtera bagi kita semua,

Sebelumnya kami mohon maaf atas pengunduran jadwal pengumpulan abstrak untuk seminar nasional teknik sipil PNJ.

Dari hasil rangkuman catatan pengumpulan abstrak, panitia seminar nasional, hingga 29 agustus 2016 jam : 00.00, tercatat sebanyak 26 makalah yang akan diajukan pada seminar nasional teknik sipil PNJ.

Selanjutnya kami menginformasikan kepada para penulis untuk melengkapi makalah – full paper sesuai format (Template SemNas PNJ_2016.pdf) yang bisa diunduh pada 'https://juteksipilpnj.wordpress.com/'

Registrasi dan kelengkapan data kami tunggu selengkapnya disertai bukti transfer pada alamat email panitia :

Semnas.sipil@pnj.ac.id

Atas perhatian nya kami ucap terima kasih.

وسَلَامٌ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ
 Atas nama Panitia SemNas PNJ sipil2016

File Edit View History Bookmarks Tools Help

(2 belum dibaca) - tjtradi... x TEKNIK SIPIL - POLITEKNI... x +

https://juteksipilpnj.wordpress.com

NO	JUDUL	PT	PEMAKALAH	EMAIL	payment
1	STUDI ALTERNATIF BAHAN KONSTRUKSI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KEMASAN AIR MINERAL PADA	STT-PNJ	Indah Handayasari, S.T., M.T	indahhalm22@gmail.com	300000
2	ANALISIS KETAHANAN TANAH DASAR FONDASI CANDI PRAMBANAN TERHADAP ANCAMAN LIKUIFAKSI BERDASAR SIMPLIFIED PROCEDURE	UNTAG	Tri Wahyu Kuningasih Ahmad Rifa'i Kabul Basah Suryekelono ²⁾	triwahyukuningasih@yahoo.co.id	300000
3	TINJAUAN ULANG DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI BORED PILE PADA PEMBANGUNAN JALAN LAYANG KAPT. TENDEAN – BLOK M – CILEDUK, PAKET SANTA SECTION P10 – P11	PNJ	PUTERA AGUNG MAHA AGUNG KRESNADI WICAKSONO DAJUWARI MUHAMMAD FIRAS ANDANAWARH	putera_agung2002@yahoo.com dikresna@gmail.com firasandnrwh@yahoo.com	300000
4	BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR TEPUNG CANGKANG TELUR BEBEK	UNU	Prihantono	prihantono@unu.ac.id	300000
5	ANALISIS PERILAKU GESER BALOK KASTELLA MODIFIKASI KOMPOSIT	UGM	Andina Prima Putri Iman Satyarno Suprpto Siswosukarto	andinap.putri@gmail.com	300000
6	TEKNOLOGI BIODRYING UNTUK MENGOPTIMASI NILAI KALOR DARI RDF (REFUSE DERIVED FUEL) SEBAGAI PENGANGGANTI BATU BARA PADA INDUSTRI SEMEN	Universitas Indonesia	Gabroni Sagala G.Andari Kristanto (lingkungan)	gabroni.sagala@gmail.com gakristanto@gmail.com	150000
7	SIMULASI COMPRESSION PILE TEST MENGGUNAKAN PROGRAM ELEMEN HINGGA 2D (2D FINITE ELEMENT) PADA TANAH LANAU DENGAN PASIRAN	UNTAG	Dwi Novi Wulansari, ST., MT	nop_phi13@yahoo.com	300000
8	PERFORMA PERALATAN USA PADA PROSES...	PNJ	Fajar Sasilowati	susilowati.fajar@yahoo.com Rahayunika91@gmail.com Wulanph@gmail.com	300000

TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI JAKA...
 Blog di WordPress.com. Ikuti

No	Judul Penelitian	Kategori	Nama Peneliti	Email	Skala
8	SAFETY BEHAVIOR K3 PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CIJAGO SEKSI IIA	PNJ	Fajar Susilowati Riska Rahayu Wulan Putri Permatasari	susilowati.fajar@yahoo.com Rahayuriska93@gmail.com Wulap6@gmail.com	300000
9	Pelaksanaan Pekerjaan Tangga Precast Proyek Menara Pertiwi, Jakarta Selatan	PNJ	Putera Agung Maha Agung Luthfi Rahmadiya Muhammad Hilmi	.putera_agung2002@yahoo.com luthiuth@gmail.com hilmitanjung@gmail.com	300000
10	Respon Struktur Portal Bidang Dua Lantai Berperedam Eksternal Terhadap Beban Impact	UMUM KKRS ITB	Rahman Satrio Prasjojo Amrinsyah Nasution	rahman.prasjojo@yahoo.co.id amrinsyah@si.itb.ac.id	350000
11	PENGUNAAN BAHAN ANTI STRIPPING Untuk CAMPURAN BETON ASPAL	PNJ	Anni Susilowati Eko Wyono Riki Sofyan3	anni_susilowati@yahoo.co.id www_eko@yahoo.co.id rkiisofyan@gmail.com	300000
12	PLAT BETON RINGAN PRACETAK DENGAN PRAREGANGAN TULANGAN DEFORM	PNJ	Mega Dwi Prasasti Raiza Davina Pratikto S.T., Mdi		150000
13	ANALISIS PEMBEBANAN LALU LINTAS PADA PERANCANGAN PERKERASAN KAKU METODE AASHTO 1993, Pd T-14-2003 DAN AUSTRROADS 2012	PNJ	Ivana Eka Rodyansyah Eva Ashra Latifa	rodyansyah@gmail.com evaalm@gmail.com	150000
14	STUDI KOMPARASI METODE DIAGONAL TEKAN EKIVALEN TERHADAP PORTAL ISI	ITS	Aniendhita Rizki Amalia Data Iranata	aniendhita.ra@gmail.com iranata89@gmail.com	300000
15	PERBANDINGAN PEMODELAN ANALISA STRUKTUR DENGAN PERLETAKAN KAKU DAN PERLETAKAN PEGAS PADA BANGUNAN DUA LANTAI DENGAN LOKASI KAMPUS ITS	ITS	Aniendhita Rizki Amalia Ni Putu Tantri Kumalasari	aniendhita.ra@gmail.com tantrigoteknik@gmail.com	300000

TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI JAKA...

Blog di WordPress.com.

16	VARIASI RASIO NaOH dan Na ₂ SiO ₃ pada P41ZNG BLOCK GEOPOLIMER dengan PERAWATAN SUHU RUANG	PNJ	Fachrul Arifin	farifin10@gmail.com	150000
17	PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN MENGGUNAKAN METODE P4-T-14-2003 DAN AASHTO 93 PADA JALAN KARTINI DEPOK	PNJ	Achmad Nadjam	achmad.nadjam@yahoo.com	300000
18	ANALISIS STABILITAS LERENG DI PERUMAHAN TAMAN SROWILAJA ARIBAT AKTIVITAS PEMBANGUNAN HOTEL AYOLA	PNJ	Putera Agung Maha Agung sheslavsh alkausaredo	sheslavsh@gmail.com	300000
19	ANALISIS DEKSIKS DAN VARIASINYA PADA CERITA PENDEK	PNJ	SITI AISYAH	siti.aisyahomarto@gmail.com	300000
20	KAJIAN KERUNTUHAN BANGUNAN BETON BERTULANG	ULM	Darmansyah Tjitradi Eliatun	tjitradi_syah@yahoo.com	300000
21	PERILAKU KERUNTUHAN BALOK BETON MUTU NORMAL BERTULANGAN TERBALIK MENGGUNAKAN ANSYS	ULM	Eliatun Darmansyah Tjitradi	tjitradi_syah@yahoo.com	300000
22	LIMBAH KORAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN PAPAN PLAFON	PNJ	Sarito	sarito14@gmail.com	150000
23	UJI TAHANAN GESEK MODEL FONDASI TIANG TERHADAP PERPINDAHAN KECIL DI DALAM BOX UJI	PNJ	Andikanoza Pradiptiya Yuwono	andika.noza@gmail.com	300000
24	PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS KORAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN BATA BETON	PNJ	Nanda Wildhan Syahidiah Perdana Putra Dewata Handoko Anni Susilowati S.T., M.Eng	nandawildan@gmail.com - anni_susilowati@yahoo.co.id	150000

TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI JAKA...

Blog di WordPress.com.

25	KARAKTERISTIK BETON RINGAN DARI AGREGAT KASAR BUATAN LIMBAH PLASTIK JENIS HDPE	PNJ	Achmad Fadhi Akbar Azhari Risanjani Anni Susilowati, S.T., M.Eng	achmadfadhiakbar@gmail.com azharif@gmail.com	150000
26	ANALISA KARAKTERISTIK BETON NON STRUKTURAL MENGGUNAKAN CANGKANG SAWIT SEBAGAI AGREGAT KASAR	Universitas Klasik teknik sipil	Muhammad Shaluddin Azhari	mshaluddin@gmail.com	300000

(*) Format untuk penulisan full-paper dapat menyesuaikan dengan Template SemNas PNI-2016 yang bisa diunduh pada <https://juteksipilpnj.wordpress.com/> Registrasi dan kelengkapan data kami tunggu selengkapnya disertai bukti transfers pada alamat email paninya : Semnas.sipil@pnj.ac.id

**KAJIAN KERUNTUHAN BANGUNAN BETON BERTULANG
(Studi Kasus Proyek Renovasi Kolam Renang dan Fasilitas Penunjang Tahun 2015
di Kecamatan Pelaihari Kabupaten Tanah Laut)**

Darmansyah Tjitradi¹⁾, Eliatun²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km.33, Banjarbaru, Kalimantan Selatan-70714,
email: tjitradi_syah@yahoo.com

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km.33, Banjarbaru, Kalimantan Selatan-70714,
email: eliatun_tarip@yahoo.com

Abstrak

Tulisan ini akan menjelaskan mengenai cara pemeriksaan suatu bangunan struktur beton bertulang yang mengalami kegagalan konstruksi, sehingga dapat menjadi dasar untuk melakukan perbaikan. Penelitian ini mengambil kasus keruntuhan bangunan Tribun stuktur beton bertulang pada proyek renovasi kolam renang dan fasilitas pendukungnya tahun 2015 kecamatan Pelaihari Kabupaten Tanah Laut. Pemeriksaan awal dilakukan dengan pengamatan visual (kualitatif) sebelum dilanjutkan dengan pengukuran kuantitatif (Hammer Test) dan pemodelan komputer yang menggunakan Software Staad Pro v8i. Berdasarkan hasil pengamatan visual dapat diketahui bahwa keseluruhan balok dan pelat lantai mengalami keruntuhan, sehingga harus dilakukan pembongkaran, kolom masih dalam kondisi baik hanya dilakukan perbaikan minor saja, perancah kayu galam yang digunakan terlalu kecil, pelepasan perancah terlalu cepat sebelum umur beton mencapai 28 hari. Sedangkan hasil pengujian kuantitatif terhadap kolom beton dengan Hammer Test menunjukkan bahwa nilai pantul (Rebound) sebesar 33,355 dan mutu beton berkisar antara 116,640 kg/cm² sd. 229,780 kg/cm², hal ini berarti kualitas keseragaman mutu beton pada kolom dapat diperkirakan cukup baik sesuai rencana K-225 (225 kg/cm²). Dari hasil permodelan komputer dengan menggunakan Staad Pro v8i dapat diketahui bahwa tegangan kritis yang terjadi pada balok dan pelat lokasinya sesuai dengan lokasi keruntuhan yang terjadi. Dan hasil desain penulangan software menunjukkan bahwa penulangan tarik balok (3D12 dan 3D16) lebih besar daripada tulangan tarik yang digunakan (2D12). Sehingga dapat disimpulkan bahwa keruntuhan struktur beton Tribun lebih dikarenakan 3 faktor yaitu: faktor desain penulangan balok yang tidak mampu memikul beban, faktor pengerasan balok dan pelat beton yang masih belum cukup umur, faktor kekuatan perancah yang tidak mampu menahan beban balok dan pelat lantai selama proses pengerasan beton.

***Kata Kunci:* keruntuhan bangunan, struktur beton bertulang.**

Abstract

This paper studied about analyzing the building construction failure of reinforced concrete structure, for the next steps of repairing. This study examined the building collapse case of reinforced concrete tribune structure on the year 2015 swimming pool renovation and supporting facility project in Pelaihari Tanah Laut district. The preliminary investigation conducted with qualitative visual observation before and the continuing with the quantitative measurement by Hammer Test and computational modeling using Staad Pro v8i aid. Based on the results of visual observations show that the collapse occurred on overall beams and floor, so it should be demolished, the columns are still in good condition by minor repairing only required, Galam wooden scaffolding used is seemed too small and also the scaffolding was released too quickly before the concrete reaches 28 days age. The quantitative test results against concrete column with hammer test showed that the rebound values of concrete reach the value of 33.355 and the quality of concrete ranging between 116.640 kg/cm² up to 229.780 kg/cm², the uniformity quality of concrete on the column can be estimated quite well according to design strength of K-225 (225 kg/cm²). From the results of computational modeling using Staad Pro v8i showed that the critical stress occurs at the beam and plate at the same location as that of the occurred collapse. Result from reinforcement software design showed that the tensile reinforcement in beam failure (3D12 and 3D16) is greater than that of 2D12 reinforcement. It can be concluded that the collapse of tribune concrete structures is due to three factors: reinforcement beam design too small, hardening beams and concrete slab still not yet hardened concrete, scaffolding strength below the allowable beam and slab supporting load during the hardening process of concrete.

***Keywords:* building collapse, reinforced concrete, rebound value, tribune**

1. PENDAHULUAN

Konstruksi beton bertulang sampai saat ini masih merupakan jenis konstruksi yang paling banyak digunakan, hal ini dikarenakan oleh berbagai kelebihan yang dimiliki oleh beton bertulang. Kelebihan dari segi struktural yang dimiliki oleh beton bertulang adalah merupakan kombinasi beton dan baja tulangan yang memberikan kuat tekan sekaligus kuat tarik yang besar, selain itu konstruksi ini lebih mudah dalam pelaksanaannya. Hal ini menyebabkan beton bertulang banyak digunakan pada proyek konstruksi yang bernilai besar atau kecil seperti bangunan, perkerasan jalan, jembatan, bendungan, saluran irigasi, pelabuhan, terminal, dan sebagainya.

Dalam pelaksanaan suatu konstruksi bangunan sering terdapat kegagalan akibat kerusakan-kerusakan yang terjadi pada struktur atau bagian struktur pada waktu tahap pelaksanaannya maupun setelah selesai dikerjakan. Kejadian ini antara lain disebabkan oleh adanya faktor-faktor yang sebelumnya tidak diperhitungkan misalnya kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan serta adanya pelampauan beban akibat perubahan fungsi dari bangunan [1].

Untuk mendapatkan faktor penyebab kegagalan konstruksi tidaklah mudah, kadangkala sumber dari kegagalan itu sendiri merupakan akumulasi dari berbagai faktor. Sumber kegagalan konstruksi seringkali dipengaruhi oleh faktor alam dan perilaku manusia [2].

Ada beberapa metode pengujian yang dapat digunakan untuk menyelidiki struktur bangunan diantaranya pengujian-pengujian setempat yang bersifat tidak merusak seperti pengujian *ultrasonik* dan *hammer test* serta bersifat setengah merusak ataupun merusak secara keseluruhan komponen-komponen bangunan yang diuji berupa pengujian pembebanan (*Load Test*).

Untuk lebih mengkaji mengenai keruntuhan atau kegagalan konstruksi maka dalam penelitian ini akan mengambil studi kasus keruntuhan Tribun stuktur beton bertulang pada proyek renovasi kolam renang dan fasilitas pendukungnya tahun 2015 kecamatan Pelaihari Kabupaten Tanah Laut [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengidentifikasi kerusakan komponen struktur bangunan;
- 2) Untuk mengetahui kemampuan setiap elemen struktur bangunan;
- 3) Untuk mengetahui penyebab keruntuhan balok dan lantai Tribun;

2. METODA PENELITIAN

2.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mendalami materi yang relevan dengan penelitian, yang meliputi berbagai buku teks, jurnal ilmiah, peraturan dan Standar Nasional maupun Internasional.

2.2. Metode/ Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Pengukuran Tingkat Kerusakan Struktur

Pengukuran tingkat kerusakan struktur dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- 1) Pengukuran Kualitatif, dilakukan dengan pengamatan visual dilapangan
Pengamatan ini bersifat pendataan terhadap struktur yang meliputi:
 - a) Spesifikasi teknis, dokumen kontrak
 - b) Pengukuran dimensi struktur dan elemen-elemen struktur
 - c) Gambar kerja dan as built drawing
 - d) Catatan/ laporan pelaksanaan
 - e) Foto-foto pelaksanaan
 - f) Foto termutakhir pada lokasi, retakan, dan patahan struktur
 - g) Laporan penggunaan gedung jika bangunan sudah selesai
 - h) Laporan kualiti kontrol bahan
 - i) Kejadian selama kontruksi : sumber bahan, cuaca, perubahan gambar, dll.
 - j) Perbaikan (jika ada) setelah selesai kontruksi
- 2) Pengukuran Kuantitatif, dilakukan dengan pengujian palu beton (Hammer Test).
Pengukuran keseragaman dan mutu beton ini dilakukan terhadap elemen-elemen struktur seperti balok, kolom, dan pelat lantai.

b. Pengolahan Data Pengamatan

Data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan visual, dan pengujian kekuatan setiap elemen struktur akan dianalisis untuk mengetahui tingkat kerusakan struktur, sehingga dapat diketahui penyebab keruntuhan bangunan.

c. Rekomendasi Hasil Analisis

Setelah diketahui kategori tingkat kerusakan struktur maka dibuat suatu rekomendasi perbaikan suatu kerusakan yang terjadi ataupun mungkin apabila tingkat kerusakannya sangat parah maka tidak dapat dilakukan perbaikan lagi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis dan Hasil Pengamatan Visual di Lapangan

Komponen struktur yang ditinjau di lapangan secara pengamatan visual adalah:

a) Balok dan Pondasi Beton Lantai Dasar

- Mutu beton tidak dilakukan pengujian.
- Seluruh balok dan pondasi masih dalam kondisi baik tidak mengalami retak.
- Dimensi balok yang terlaksana telah sesuai dengan gambar kerja .

b) Balok Beton Lantai-1

- Mutu beton tidak dilakukan pengujian karena struktur balok runtuh.
- Seluruh balok pada lantai 1 telah mengalami lendutan yang melebihi lendutan yang diijinkan ($L/180$), dan retak yang parah pada bagian tumpuan dan lapangan (tengah bentang) sehingga dikategorikan runtuh (lihat Gambar 1).
- Tidak terlihat selimut beton yang seharusnya minimal sebesar 40 mm, hal ini dapat mengurangi keawetan beton (lihat Gambar 2.a).
- Tulangan baja yang terlihat pada bagian tumpuan balok jumlahnya terlalu sedikit (hanya 2 bh. tulangan tarik yang terlihat) (lihat Gambar 2.b).
- Dimensi balok, jumlah tulangan lentur dan geser yang terpasang telah sesuai dengan gambar kerja.

c) Pelat Lantai Beton

- Mutu beton tidak dilakukan pengujian karena struktur pelat lantai runtuh.
- Seluruh pelat beton pada lantai 1 telah mengalami lendutan yang melebihi lendutan yang diijinkan ($L/180$), dan retak yang parah pada bagian tumpuan dan lapangan (tengah bentang) sehingga dikategorikan runtuh (lihat Gambar 1).
- Tidak terlihat selimut beton yang seharusnya minimal sebesar 20 mm, hal ini dapat mengurangi keawetan beton (lihat Gambar 1).
- Kesesuaian dimensi pelat lantai, jumlah tulangan lentur yang terpasang telah sesuai dengan gambar kerja.

d) Kolom Beton

- Mutu beton setiap kolom dilakukan pengujian dengan alat Hammer Test (lihat Gambar 3).
- Terdapat 4 kolom yang mengalami kemiringan akibat ditarik oleh balok dan pelat lantai beton yang mengalami keruntuhan.
- Beton bagian atas pada pertemuan balok dan kolom mengalami retak parah dan remuk (lihat Gambar 4.a), sedangkan beton pada bagian tengah dan bawah masih baik tidak mengalami retak (lihat Gambar 4.b).
- Dimensi kolom, jumlah tulangan lentur dan geser yang terpasang telah sesuai dengan gambar kerja.



Gambar 1. Struktur balok dan pelat lantai beton lantai-1



Gambar 2. a. Selimut beton balok beton lantai 1 tidak ada, b. Jumlah tumpuan balok bagian atas terlihat hanya 2 bh.



Gambar 3. Pengujian keseragaman mutu beton dengan alat Hammer Test terhadap keseluruhan kolom (10 bh.)



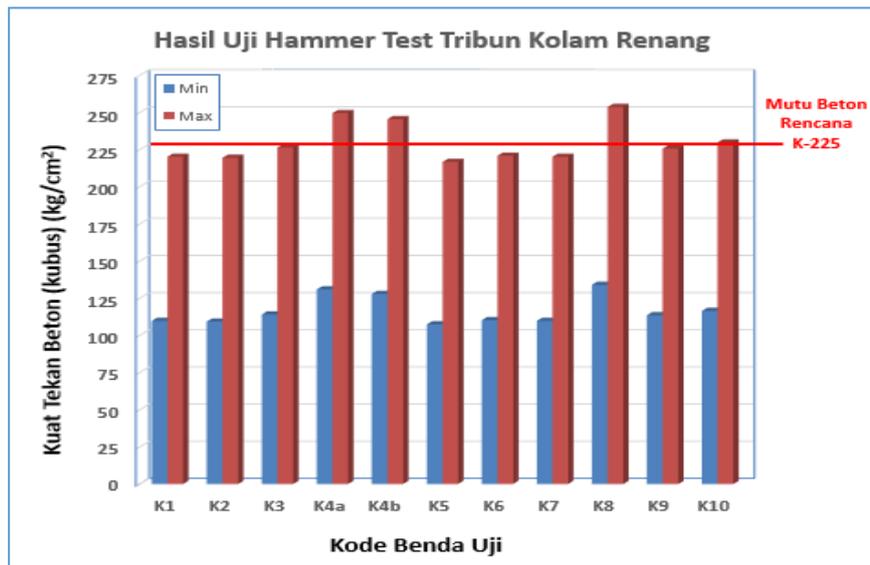
Gambar 4. a. Struktur Kolom Beton bagian atas retak dan remuk, b. Struktur Kolom Beton bagian tengah dan bawah masih baik tidak mengalami retak

3.2 Analisis dan Hasil Pengujian Kualitas Beton di Lapangan

Pengujian kualitas beton di lapangan dilakukan dengan menggunakan alat Hammer Test. Didapat hasil nilai pantul (Rebound) sebesar 33,355 dan mutu beton berkisar antara 116,640 kg/cm² sd. 229,780 kg/cm², hal ini berarti kualitas keseragaman mutu beton pada kolom dapat diperkirakan cukup baik sesuai rencana K-225 (225 kg/cm²) (lihat Tabel 1 dan Gambar 5) [4]. Untuk beton pada balok dan pelat lantai tidak dilakukan pengujian Hammer Test.

Tabel 1. Resume Hasil Pengujian Kualitas Beton dengan Alat Hammer Test

KODE BENDA UJI	Rebound	Kubus (kg/cm ²)	
	(R)	Z _{mmin}	Z _{mmax}
K1	32.65	109.729	220.144
K2	32.60	109.254	219.458
K3	33.10	114.043	226.318
K4a	34.80	130.904	249.536
K4b	34.50	127.866	245.448
K5	32.40	107.361	216.709
K6	32.70	110.205	220.831
K7	32.65	109.729	220.144
K8	35.10	133.968	253.620
K9	33.05	113.561	225.632
K10	33.35	116.467	229.742
Rata-Rata	33.355	116.644	229.780
Resume	Cukup Baik	Mutu Beton K-225 memenuhi	



Gambar 5. Hasil Uji Hammer Test beton Tribun Kolam Renang

3.3 Analisis Keruntuhan Struktur Beton Tribun

Dengan berdasarkan pengamatan visual, maka dapat dilakukan analisis faktor-faktor kemungkinan penyebab keruntuhan sebagai berikut:

a) Faktor Kualitas Mutu Beton

Mutu beton kolom hasil pengujian dengan alat Hammer Test didapat hasil nilai pantul (Rebound) sebesar 33,355 dan mutu beton berkisar antara 116,64 kg/cm² sd. 229,780 kg/cm², hal ini berarti kualitas keseragaman mutu beton pada kolom dapat diperkirakan cukup baik sesuai rencana K-225 (225 kg/cm²).

b) Faktor Pengerasan Beton (usia beton)

Menurut peraturan SNI 03-2847-2002 pasal 7.1.3 dikatakan bahwa penentuan mutu beton f_c' harus didasarkan pada pengujian beton yang telah berumur 28 hari [5].

Hal ini dapat diprediksi dengan melihat kondisi dilapangan bahwa hanya kolom bagian atas saja yang mengalami kerusakan parah (retak remuk) sedangkan kolom pada bagian tengah dan bawah tidak mengalami kerusakan (retak-retak) (lihat Gambar 4.a dan 4.b), hal ini berarti belum adanya penyaluran penuh beban dari pelat lantai ke balok dan dari balok ke kolom dikarenakan hubungan balok dan kolom betonnya masih belum memiliki kekuatan yang cukup (beton belum cukup umur), sedangkan perancah terlalu cepat dibuka sehingga balok dan pelat mengalami keruntuhan terlebih dahulu.

c) Faktor Target Waktu

Target waktu adalah hal yang paling sering membuat pekerja, pengawas dan pelaksana banyak melakukan kecerobohan. Dengan melihat kontrak waktu penyelesaian pekerjaan yang cukup pendek adalah selama 120 hari sangat memungkinkan menyebabkan pelepasan perancah dan bekisting pekerjaan beton terlalu cepat, dampaknya struktur mengalami kegagalan konstruksi karena beton masih belum memiliki kekuatan dan kekuatan yang cukup untuk menahan berat sendirinya.

d) Faktor Desain Kekuatan Kolom Beton [6]

Hal ini dapat dilihat dengan kondisi kolom beton pada bagian bawah yang masih baik (kerusakan ringan hanya terjadi pada bagian atas kolom akibat ditarik oleh balok dan pelat beton yang runtuh) (lihat Gambar 4.a dan 4.b), dan ukuran dimensi kolom beton yang memenuhi syarat ukuran minimum (30/30) dalam menahan beban 2 lantai dengan kemampuan minimal $P_u = 86,160$ ton per kolom (didapat dari analisis kekuatan 1 bh. kolom menurut SNI 03-2847-2002 pasal 12.3.2), sehingga dengan 10 bh. kolom total beban yang mampu ditahan kolom cukup besar yaitu sebesar 861,600 ton dibandingkan berat total bangunan sebesar 186 ton.

e) Faktor Desain Tulangan Balok dan Kolom

Hal ini dapat dilihat dari kondisi beton dan minimnya jumlah tulangan utama tumpuan balok (hanya 2D12 tulangan tarik yang terlihat) pada hubungan balok kolom yang tidak mampu menahan beban balok dan pelat lantai (lihat Gambar 2.b).

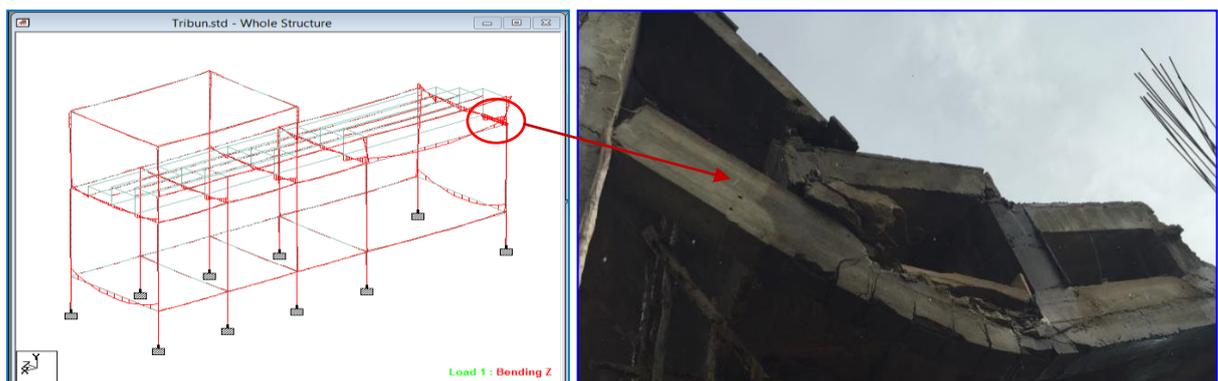
Untuk mengkaji lebih lanjut keruntuhan desain struktur Tribun maka dilakukan permodelan dengan menggunakan Software Staad Pro V8i (lihat Gambar 6), dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 6. Permodelan Struktur Tribun Beton dengan Software Staad Pro V8i

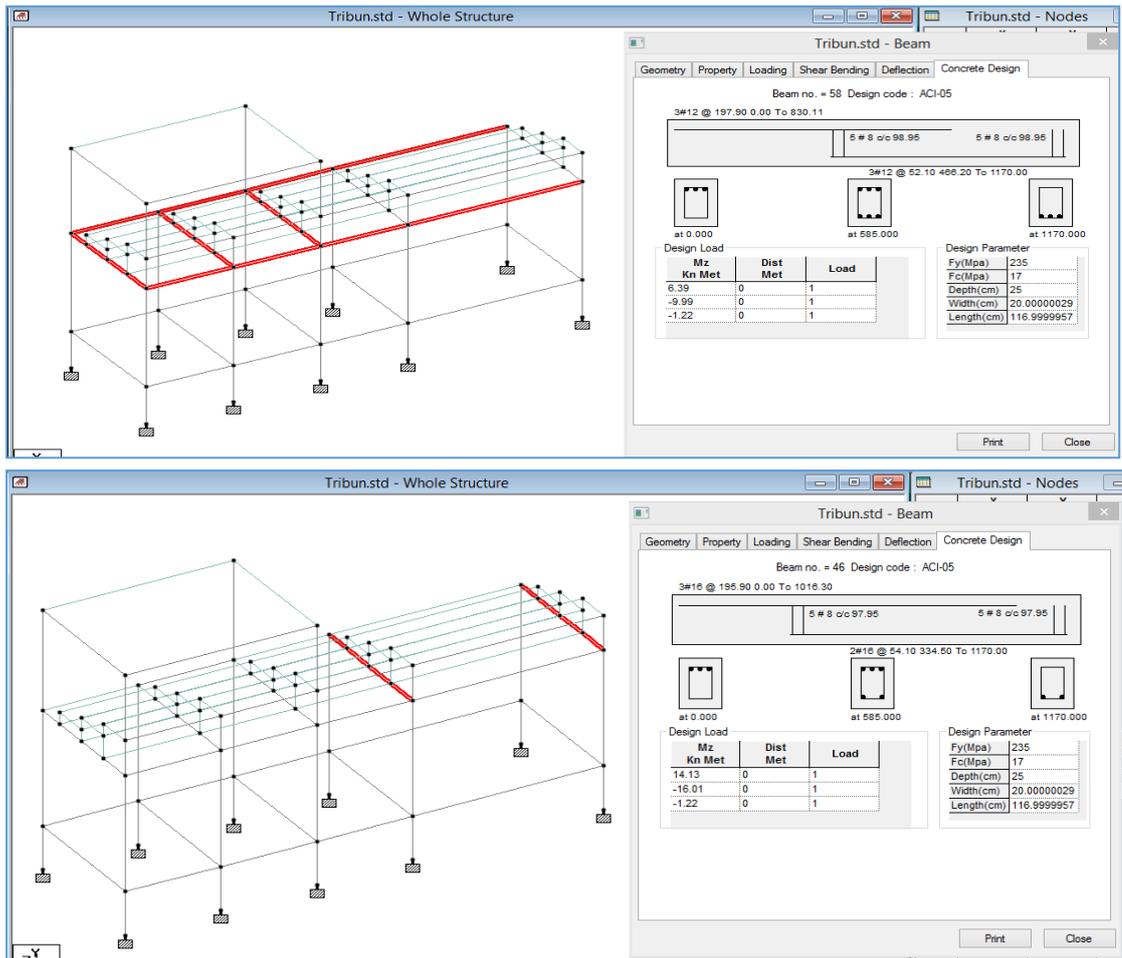
1) Desain Penulangan Balok

Momen maksimum yang terjadi pada balok hasil analisis struktur Staad Pro hanya akibat beban mati saja dapat dilihat pada Gambar 7. Lokasi momen maksimum balok itu juga merupakan lokasi keruntuhan yang terjadi.



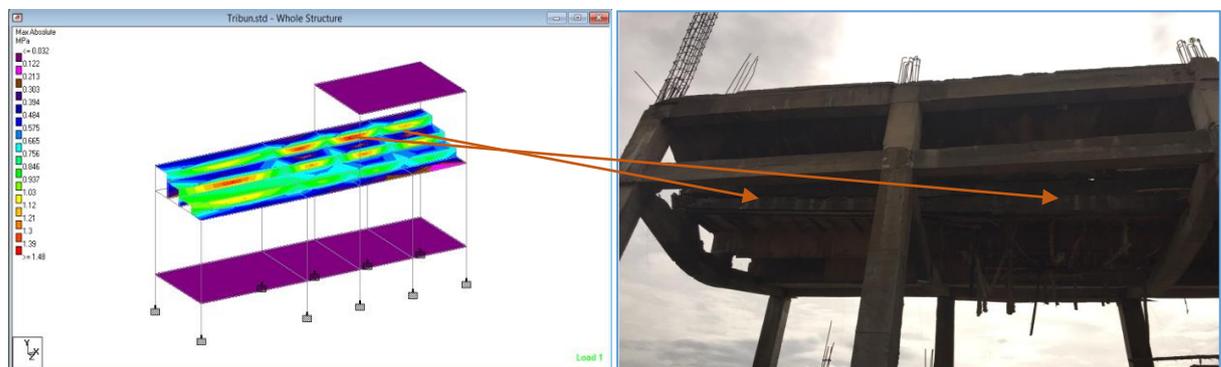
Gambar 7. Lokasi momen maksimum hasil Software Staad Pro V8i yang juga merupakan lokasi dari keruntuhan balok Tribun

Tulangan balok hasil desain software untuk memikul beban mati saja adalah minimal 3D12 dan 3D16 (lihat Gambar 8), sedangkan pada gambar kerja dan kondisi terpasang adalah 2D12 (lihat Gambar 2.d), hal ini berarti bahwa tulangan balok terpasang tidak memenuhi sehingga dapat menyebabkan keruntuhan struktur.



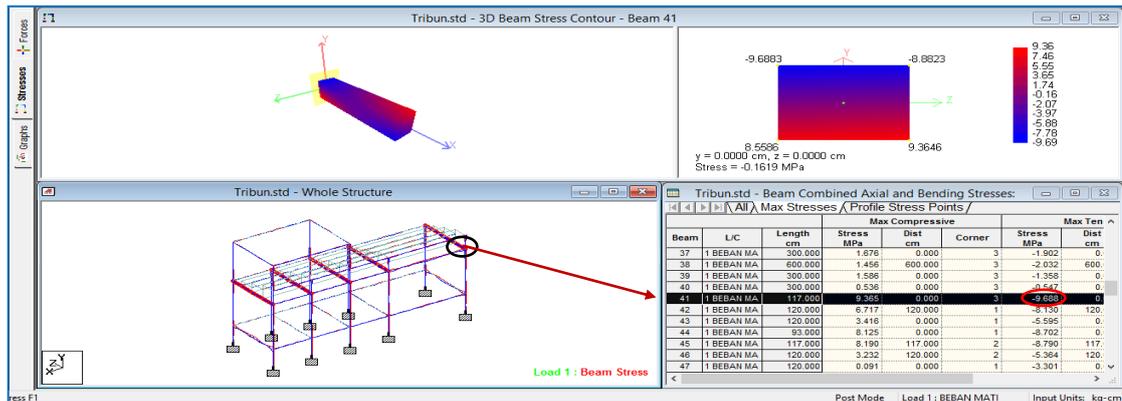
Gambar 8. Hasil desain Tulangan balok Tribun 3D12 dan 3D16 menggunakan Software Staad Pro V8i

Dari hasil analisis Software Staad Pro V8i dapat diketahui kontur tegangan yang terjadi pada elemen struktur pelat beton, sehingga dapat diketahui lokasi-lokasi tegangan yang maksimum (warna merah) yang berpotensi mengalami retak sampai dengan mengalami keruntuhan (lihat Gambar 9).



Gambar 9. Lokasi tegangan maksimum elemen pelat beton hasil Software Staad Pro V8i yang berpotensi menyebabkan keretakan struktur

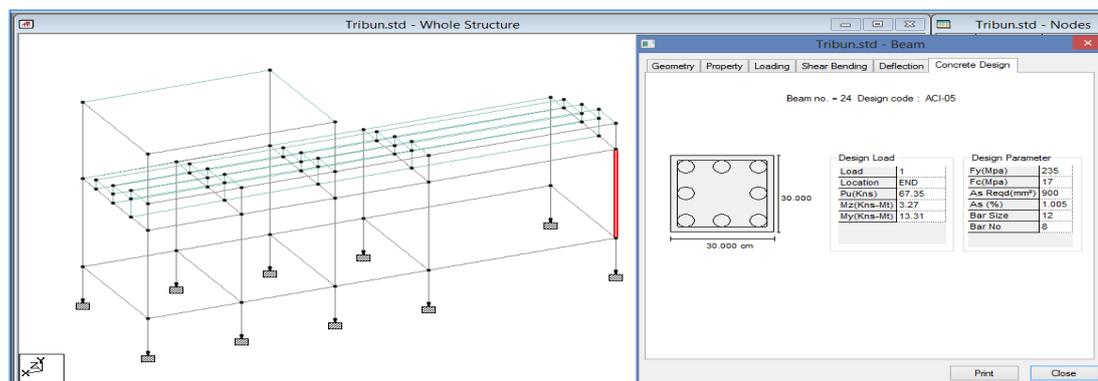
Selain itu dapat diketahui juga kontur tegangan yang terjadi pada elemen struktur balok beton, sehingga dapat diketahui lokasi-lokasi tegangan yang maksimum (balok merah arah Z) yang berpotensi mengalami retak sampai dengan mengalami keruntuhan (lihat Gambar 10). Balok-balok tersebut nilai tegangan tariknya melebihi tegangan tarik ijin beton ($f_r = 0,7 \cdot \sqrt{f_c} = 0,7 \cdot \sqrt{17,67} = 2,942$ MPa).



Gambar 10. Lokasi tegangan tarik maksimum pada elemen balok hasil Software Staad Pro V8i yang berpotensi menyebabkan keretakan struktur balok

2) Desain Penulangan Kolom

Tulangan kolom hasil desain software untuk memikul beban mati saja adalah minimal 8D12 (lihat Gambar 11), sedangkan pada gambar kerja dan kondisi terpasang adalah 12D12 (lihat Gambar 4.a), hal ini berarti bahwa tulangan kolom terpasang mencukupi untuk memikul beban mati struktur.



Gambar 11. Tulangan kolom Tribun hasil Software Staad Pro V8i

f) Faktor Kekuatan Perancah dan Bekisting

Perancah dan bekisting sebagai penyangga terutama saat pembetonan sangat berpengaruh sekali terhadap keamanan pengerjaan. Jika kurang kuat, baik karena jumlah, jarak, maupun kualitas bahan maka akan menyebabkan terjadinya penurunan struktur, dan keruntuhan struktur pada saat pengerjaan cor beton dan proses pengerasannya.

4. SIMPULAN

Dari hasil analisis pemeriksaan dilapangan dan simulasi model komputer terhadap kondisi struktur Tribun beton kolam renang setelah mengalami keruntuhan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Secara keseluruhan kolom beton masih dalam kondisi baik (dilihat dari retak, kemiringan, dan uji Hammer Test), terkecuali kolom yang mengalami kemiringan.
- 2) Seluruh balok dan pelat beton lantai 1 mengalami kerusakan yang parah dan harus dilakukan pembongkaran.
- 3) Perkiraan kuat tekan beton pada kolom adalah sebesar 116,64 kg/cm² sd. 229,780 kg/cm², sedangkan mutu beton rencana K-225 ($\sigma_{bk} = 225$ kg/cm²) (dari hasil uji Hammer Test).
- 4) Keruntuhan pelat lantai dan balok beton Tribun lebih dikarenakan 3 faktor yaitu:
 - a) Faktor desain penulangan balok yang tidak mampu memikul beban.
 - b) Faktor pengerasan balok dan pelat beton yang masih belum cukup umur.
 - c) Faktor kekuatan perancah yang tidak mampu menahan beban balok dan pelat lantai selama proses pengerasan beton.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik ULM yang telah memberikan bantuan dana dalam melaksanakan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mawardi. 2003. *Pengujian Struktur Beton dengan Metode Hammer Test dan Metode Uji Pembebanan (Load Test)*, USU digital library.
- [2] Pranoto. 1997. *Faktor kegagalan konstruksi*. dalam Kurniawan, Y.T., 2012. *Simulasi 1-D Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan Alam (Studi Kasus Bencana Banjir Bandang di Sungai Kaliputih Kabupaten Jember tahun 2006)*. Thesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- [3] Dinas PU Kab. Tanah Laut, *Surat Perjanjian Kerja Renovasi Kolam Renang Pelaihari*, 2015.
- [4] Januarti Jaya, MT., *Nondestructive Test and Assessment, Materi Kursus Aplikasi Tata Cara Perhitungan Beton Terkini di Indonesia*, ITS Surabaya, 2006.
- [5] Pujo, dkk., *Pengendalian Mutu Beton sesuai SNI, ACI, dan ASTM*, ITSpress Surabaya, 2010.
- [6] SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, BSN.