



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL 2023

“PERAN TEKNIK SIPIL DALAM MITIGASI RESIKO BENCANA”

“MENGURANGI RESIKO BENCANA MELALUI PENINGKATAN KEAHLIAN SARJANA TEKNIK SIPIL”

14

SEPTEMBER
2023

VOLUME 1

Oktober Tahun 2023



UNIVERSITAS
KRISTEN INDONESIA

Diterbitkan oleh:

UKI PRESS

Pusat Penerbit dan Percetakan

Universitas Kristen Indonesia

Jl. Mayor Jendral Sutoyo No.2, Cawang

Jakarta Timur 13630

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL 2023
Peran Teknik Sipil Dalam Mitigasi Resiko Bencana
“Mengurangi Resiko Bencana Melalui Peningkatan Keahlian
Sarjana Teknik Sipil”

14 September 2023
Universitas Kristen Indonesia



UKI Press
2023

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL 2023
Peran Teknik Sipil Dalam Mitigasi Resiko Bencana
“Mengurangi Resiko Bencana Melalui Peningkatan Keahlian
Sarjana Teknik Sipil”

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik UKI
Ka. Prodi Teknik Sipil FT UKI
Ketua : Dr. Ir. Pinondang Simanjuntak, M.T.
Anggota : Ir. Risma Masniari Simanjuntak, M.E.
Ir. Agnes Sri Mulyani, M.Sc.
Ir. Efendy Tambunan, Lrr.
Ir. Setiyadi, M.T.
Ir. Lolom Evalita Hutabarat, M.T.
Candra Christiani Purnomo, S.T., M.T
Martinus Nifotuhu Fau, S.T., M.T

REVIEWER

Prof. Ir. F. J. Putuhena, M.Sc., Ph.D.
(Bidang Sumber Daya Air)

Ir. Suntoro Tjoe, M.Eng., Ph.D
(Bidang Manajemen Konstruksi)

Dr. Pinondang Simanjuntak, M.T.
(Bidang Struktur Bangunan)

Ir. Lolom Evalita Hutabarat, M.T.
(Bidang Geoteknik)

Ir. Efendy Tambunan, lic.rer.reg
(Bidang Transportasi)

EDITOR

Ir. Lolom E. Hutabarat, M.T.
Ir. Efendy Tambunan, Lrr

DESAIN COVER

Novita Yulian Yewen

SEKRETARIAT

Program Studi Teknik Sipil
Gedung Fakultas Teknik UKI Lt.2
Jl. Mayjen Sutoyo Cawang No.2
Jakarta Timur 13630
Telp. 021-8092425 Pes. 3406

p ISSN 3026-2216

UKI Press

Jl. Mayjen Sutoyo No.2 Cawang Jakarta 13630

Telp. (021) 8092425, ukipress@uki.ac.id

Cetakan 1, 2023

KATA SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA



Merupakan suatu kehormatan bagi Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia (UKI) untuk menyelenggarakan Seminar Nasional Teknik Sipil 2023 melalui Program Studi Teknik Sipil pada tanggal 14 September 2023 di kampus UKI Cawang yang mengangkat topik Peran Teknik Sipil Dalam Mitigasi Resiko Bencana. Sebagai bagian dari sivitas akademik yang berfokus pada lingkungan berkelanjutan, adalah tugas kita bersama untuk memastikan sinkronisasi antara akademisi, pemerintah, dan industri melalui kegiatan Seminar Nasional seperti ini.

Sangat diharapkan agar Seminar Nasional ini menjadi kesempatan emas bagi para peneliti untuk bertukar penelitian dan informasi di bidang Teknik Sipil khususnya yang terkait dengan kebencanaan yang seringkali terjadi di negara kita.

Oleh karena itu, dengan bangga kami persembahkan prosiding ini sebagai salah satu hasil Seminar Nasional Teknik Sipil 2023. Kami berharap materi ini dapat meningkatkan kesadaran para peneliti, pemerintah, dan industri terhadap lingkungan, khususnya di bidang mitigasi kebencanaan. Kami juga berharap penelitian ini dapat memberi nilai tambah bagi kurikulum Program Studi Teknik Sipil ke depannya untuk menjawab tantangan dan kebutuhan masyarakat dan industri. Dengan demikian Program Teknik Sipil UKI memberikan kontribusi aktif untuk mengembangkan bidang Teknik Sipil yang tanggap terhadap bencana, yang terlihat pada kompetensi lulusan dan mahasiswanya.

Kami berterima kasih kepada semua orang yang membantu penerbitan prosiding ini; Secara khusus mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Ketua Program Studi Teknik Sipil FT UKI dan Ketua Pelaksana Seminar Nasional Teknik Sipil 2023 beserta tim yang telah berhasil menyelenggarakan Seminar Nasional 2023 sekaligus membuka kerjasama yang saling memperkuat dengan berbagai pihak yaitu Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), serta Indonesian Civil Engineer Society of North America (ICESNA). Apresiasi juga diberikan atas kerja keras yang telah dilakukan dalam mengedit, merevisi, dan mempersiapkan prosiding ini hingga dapat dipublikasikan secara luas di lingkungan akademisi. Kami juga berterima kasih kepada UKI Press yang banyak membantu dalam proses penerbitannya.

Kami berharap prosiding ini akan membantu banyak akademisi, praktisi berikut industri serta pemerintah dan lembaga terkait untuk terus berkontribusi terhadap masalah kebencanaan dan pananganannya dalam menciptakan lingkungan berkelanjutan di berbagai wilayah di Indonesia. Kiranya Tuhan memberkati kita untuk menjaga bumi kita

Dicky Antonius, S.T., M.Sc.

Dekan Fakultas Teknik UKI

KATA SAMBUTAN KAPRODI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UKI



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Salam sejahtera bagi kita semua, Syalom, Oom Swastiastu, Namo Buddhaya, Wei De Dong Tian, Salam kebajikan, Salam Pancasila. Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan berkah-Nya yang diberikan kepada kita sekalian sehingga kita bisa dipertemukan dalam acara seminar Nasional Prodi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak terkait yang telah ikut mendukung kelancaran penyelenggaraan seminar nasional ini.

Peran teknik sipil dalam mitigasi risiko bencana adalah salah satu peran yang sangat penting dalam mendorong perkembangan bidang dunia konstruksi. Bencana alam seperti gempa bumi, angin topan, banjir, tanah longsor, dan kebakaran hutan dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada infrastruktur dan bangunan lainnya serta masyarakat, yang mengakibatkan hilangnya nyawa, kerusakan harta benda, dan gangguan ekonomi. Sebagai seorang civil engineering mengambil peran penting dalam mengurangi dampak bencana alam dengan merancang, menganalisa, membangun, dan memelihara infrastruktur dan bangunan lainnya yang mampu mengurangi berbagai resiko terjadinya bencana.

Salah satu peran mitigasi yang dilakukan adalah dengan cara merancang struktur bangunan tahan gempa, mengembangkan sistem pengendalian banjir, sistem drainase untuk mencegah kerusakan akibat banjir, dan tindakan mitigasi tanah longsor. Pentingnya mitigasi risiko bencana telah disorot dalam beberapa tahun terakhir dengan meningkatnya frekuensi dan tingkat keparahan bencana alam di seluruh dunia. Gempa bumi dan tsunami tahun 2004 di Aceh, Badai Katrina tahun 2005, Gempa Yogyakarta tahun 2006, Gempa di Jepang tahun 2011, Gempa Haiti tahun 2010, tahun 2018 Gempa Palu (Sulawesi tengah), dan tahun 2022 Gempa Cianjur. Akibatnya, kebutuhan akan ahli teknik sipil yang terlatih dalam hal mitigasi risiko bencana dan yang dapat bekerja secara kolaboratif, tanggap, dan profesional sangatlah di butuhkan, termasuk dalam hal tanggap darurat pasca bencana alam terjadi.

Peran Teknik Sipil tidak hanya merancang, membangun infrastruktur dan bangunan lainnya yang kuat, tetapi juga mengembangkan rencana tanggap darurat dan memberikan edukasi/pemahaman kepada masyarakat tentang cara menanggapi bencana alam yang terjadi. Pada Seminar ini Nasional kali ini Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia akan membahas topik seminar Nasional dengan judul “Peran Teknik Sipil dalam mitigasi resiko Gempa”.

Selain itu, di dalam meningkatkan hubungan dan kesesuaian antara lulusan dengan dunia usaha dan dunia industri di era 4.0 dan society 5.0, maka diharapkan peran Prodi Teknik Sipil melalui seminar yang dilakukan ini mampu memberikan wawasan dan pengetahuan akan Peran Teknik Sipil dalam mitigasi resiko gempa. Sehingga diharapkan nantinya dapat terjadi kolaborasi antar lulusan Teknik Sipil UKI guna menghasilkan suatu produk yang berguna bagi masyarakat maupun industri.

Sudarno P. Tampubolon, S.T., M.Sc.

Kaprodi Teknik Sipil FT UKI

KATA PENGANTAR KETUA PELAKSANA SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL 2023



Salam Sejahtera bagi kita semua. Kita bersyukur pada Tuhan atas terlaksananya Seminar Nasional Prodi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia dengan Tema: “Peran Teknik Sipil dalam Mitigasi Resiko Bencana” pada tanggal 14 September 2023. Kemudian dilanjutkan dengan penerbitan Prosiding sebagai hasil publikasi dari semua materi yang didiskusikan dalam Seminar. Pada kesempatan ini izinkan saya sebagai ketua pelaksana seminar untuk menyampaikan pengantar untuk penerbitan Prosiding ini sebagai bagian dari prosesi lanjutan pelaksanaan Seminar Nasional yang telah dilaksanakan. Sebelumnya saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak khususnya

Bapak/Ibu Pimpinan, Para narasumber dan para peserta yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan membangun suasana akademik dalam Seminar Nasional Teknik Sipil 2023 bersama kami di Program Studi Teknik Sipil UKI.

Tema yang dirumuskan pada pelaksanaan Seminar ini adalah sebagai bagian dari kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi pada Program Studi Teknik Sipil UKI yang memilih ke khususan pada Kebencanaan. Sebagai Implementasi dari bidang Pengajaran, Pengabdian kepada Masyarakat dan Penelitian yang dilakukan dalam rangka mencapai kekhususan yang ditetapkan. Oleh sebab itu, sebagai akademisi, peneliti, pengamat, dan praktisi di bidang Teknik Sipil dalam kaitannya dengan kebencanaan dirasakan sangat perlu mengangkat tema ini dalam Seminar Nasional Teknik Sipil 2023. Kegiatan bertujuan sebagai salah satu wadah untuk menemukan dan menyumbangkan pemikiran yang hasilnya dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam membangun dan mengembangkan peran Sarjana Teknik Sipil dalam Mitigasi Bencana di Indonesia di masa depan.

Seminar ini juga diharapkan dapat menjadi agenda rutin tahunan yang diselenggarakan dalam rangka mengembangkan khususan Prodi Teknik Sipil UKI tentang Kebencanaan. Sebagai kelanjutan dari seminar ini Universitas Kristen Indonesia akan bekerjasama dengan berbagai Lembaga yaitu Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Indonesian Civil Engineer Society of North America (ICESNA) dan Universitas Tanjung Pura (UNTAN). Prosiding Seminar Nasional 2023 ini menghasilkan sebanyak 21 artikel ilmiah dimana 2 artikel berasal dari narasumber sesi pleno dan 19 paper berasal dari presentasi kelompok yang terbagi dalam Bidang Struktur, Manajemen Konstruksi, Sumber Daya Keairan, Geoteknik, Perkerasan Jalan Raya dan Transportasi dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Selain itu juga terdapat 3 paper terpilih dari presentasi kelompok yang diterbitkan pada Jurnal Rekayasa Teknik Sipil terindeks SINTA 5. Para pemakalah dan peserta seminar berasal dari dosen dan mahasiswa peneliti dari UKI, UNTAN dan Perguruan Tinggi lainnya. Kami siap menerima masukan sebagai bahan untuk perbaikan dimasa depan. Akhir kata kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga acara seminar dan penerbitan Prosiding ini dapat terlaksana dengan baik.

Dr. Ir. Pinondang Simanjuntak, MT

Ketua Pelaksana Seminar Nasional Teknik Sipil 2023

Susunan Panitia Seminar Nasional

Teknik Sipil 2023

Pengarah

- Ketua : Sudarno P Tampubolon, S.T., M.Sc (Ka. Prodi Teknik Sipil)
Anggota : 1. Ir. Risma M Simanjuntak, M. Eng.
2. Dr. Herwani, S.T., M.T. (Teknik Sipil UNTAN - Pontianak)
3. Dr. Elsa Tri Muktim, S.T., M.T. (Teknik Sipil UNTAN - Pontianak)

Pelaksana

- Ketua : Dr. Ir. Pinondang Simanjuntak.,M.T
Wakil Ketua : Rivaldo Germanus (2053050057)
Sekretaris : Candra Christiani Purnomo.,S.T.,M.T.
Bendahara : Ir. Agnes Sri Mulyani, M.Sc.

- Sekretariat : 1. Melias Oliviana.,S.E (Koordinator)
2. Prestasi Aswinda Zebua (2253050002)

- Acara : 1. Ir. Setiyadi, M.T (Koordinator)
2. Martinus Nifotuhu Fau, S.T., M.T.
3. Caleb Charisma (2053050035)
4. Budiman Jali (2053050038)
5. Joel Muara Bani Loi (2053050052)
6. Priska Marlen Duakaju (2153050031)

- Prosiding : 1. Ir. Lolom Evalita Hutabarat.,M.T. (Koordinator)
2. Ir. Efendy Tambunan.,lic,rer,reg.
3. Steffy C. Rebeccha Simbolon (1953050013)
4. Novita Yuliana Yewen (2153050003)

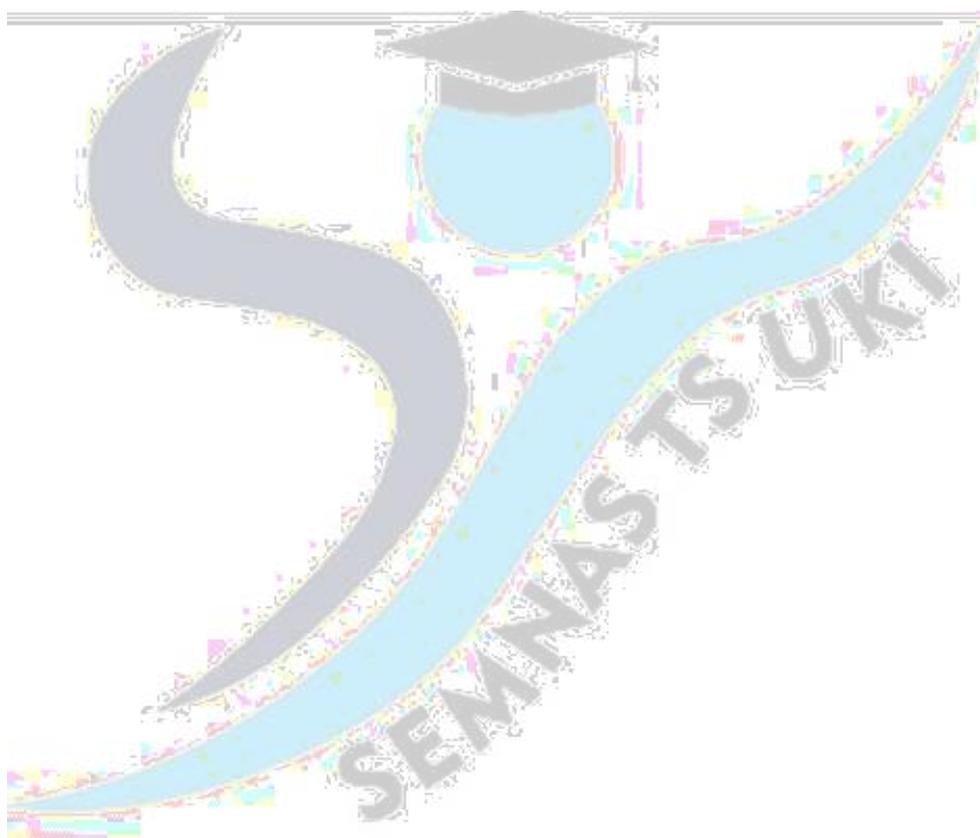
- Perlengkapan : 1. Sudarno Sababalat (Koordinator)
2. Julkifli Manurung, S.Pd
3. Erlin Ndruru (2053050032)
4. Albert Patar Selamat Manalu (2153050014)
5. William Tavarani Dachi (2053050031)
6. Immanuel Simon Z. Siregar (1853050029)

- Konsumsi : 1. Putri R. B. Purba (2053050025) – (Koordinator)
2. Andreas Sardo R. Sihombing (1953050901)
3. Andreas Samuel Kristofel (1953050014)

- Pendaftaran : 1. Ruth N. Bunitte (2053050011) - Koordinator
2. Nabil Fahri Askar (2053050007)
3. Yonathan Bewamati Zendrato (2153050027)
4. Corason Vinya Sowen Ambaho (2153050008)

5. Chitrai Keren Hapukh Atti (2053050009)
6. Adriana Vania (2053050064)

Dokumentasi : 1. Yosua Waldian (1953050011) - Koordinator
2. Gidalti Houston Bernardo Sirait (2053050062)
3. Tri Alexander Sihombing (2053050002)
4. Regina Mutiara Gultom (2153050041)



SUSUNAN ACARA SEMINAR

No	Waktu	Kegiatan	Durasi	Pelaksana
1	07.30 – 08.15	Registrasi ulang Peserta Seminar (Video company profile FT, HMJS dan Tarian IMACE)	Registrasi ulang Peserta Seminar (Video company profile FT, HMJS dan Tarian IMACE)	Panitia
2	08.15 – 08.45	ACARA PEMBUKAAN 1. Greeting (MC) 2. Doa 3. Menyanyikan lagu kebangsaan Indonesia Raya, Mars UKI. 4. Laporan Ketua Panitia (Diwakili oleh Wakil Ketua Rivaldo Jamlean) 5. Sambutan Ketua Program Studi Teknik Sipil UKI 6. Sambutan Dekan FT UKI 7. Sambutan Wakil Rektor Bidang Akademik dan Inovasi UKI sekaligus membuka secara resmi kegiatan Seminar Nasional Teknik Sipil 2023	Setiap kata sambutan berdurasi 5 menit	Panitia MC: Priska 2021 Doa pembukaan oleh Ir. Risma M. Simanjuntak, M.E.
3	08.45 – 08.55	Penandatanganan MoU dengan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Indonesian Civil Engineer Society of North America (ICESNA) dan Universitas Tanjung Pura (UNTAN)	15 menit	Panitia
4	08.55 – 09.15	<u>Presentasi Nara Sumber Utama</u> Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) diwakili oleh: Radito Pramono Susilo, ST, M.InterDevPrac (Penata Penanggulangan Bencana Ahli Madya) Topik: Peran Teknik Sipil Dalam Mitigasi Risiko Bencana	20 menit	Moderator Ir. Setiyadi, M.T.
5	09.15 – 09.30	Rehat	15 menit	Panitia
6	09.30 – 12.00	<u>Presentasi Nara Sumber:</u> Materi ke 1: Prof. Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D., IP-U., ASEAN Eng., A.-Utama (UII Yogyakarta) Topik: Peran Bidang Sipil Dalam Penanggulangan Bencana Alam	Greeting moderator berdurasi 5 menit presentasi setiap pembicara berdurasi 25 menit Tanya jawab 45 menit	Moderator Candra Christianti P, S.T, M.T.

		<p>Materi ke 2: I. Putu Ellsa Sarassantika, S.T,M.Sc., Ph.D. (Universitas Warmadewa Denpasar) Topik: Evaluation and Enhancement on The Seismic Performance of Framed Structures with Amplified-Deformation Lever-Armed Damper in Braces</p> <p>Materi ke 3: Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman, MT (Ketua Umum Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia - IAPPI) Topik: Peran Teknik Sipil Dalam Mitigasi Resiko Bencana</p> <p>Materi ke 4: Dr. Ir. Pinondang Simanjuntak, MT (Universitas Kristen Indonesia) Topik: Analisis Manajemen Rekonstruksi Pasca Bencana Berbasis Teknologi</p> <p>TANYA JAWAB</p>		
7	12.00 – 13.00	Makan Siang	60 menit	Panitia
8	13.00 – 15.00	<p>Presentasi Nara Sumber:</p> <p>Materi ke 5: Ir. Efendy Tambunan, lic.rer.reg. (Universitas Kristen Indonesia) Topik: Dampak Bencana Alam terhadap Infrastruktur Transportasi</p> <p>Materi 6: Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM. (Universitas Tanjungpura Pontianak) Topik: Strategi Pengelolaan Banjir Terpadu Sub DAS Melawi</p> <p>Materi 7: Bonny Reinhard Immanuel (Glodon Indonesia) Topik: Peran Aplikasi 5D BIM</p>	<p>Greeting moderator berdurasi 5 menit</p> <p>presentasi setiap pembicara berdurasi 25 menit</p> <p>Tanya jawab 40 menit</p>	<p>Moderator Martinus Nifotuh Fau, S.T, M.T.</p>

		dalam Industri Konstruksi		
		TANYA JAWAB		
9	15.00 – 15.15	Rehat	15 menit	Panitia
10	15.15 – 17.45	Presentasi Kelompok: Materi kelompok-1: BIDANG STRUKTUR DAN KONSTRUKSI BANGUNAN Materi kelompok-2: BIDANG GEOTEKNIK, PERKERASAN JALAN DAN SUMBER DAYA AIR Materi kelompok-3: BIDANG TRANSPORTASI DAN MANAJEMEN KONSTRUKSI	150 menit	Moderator 1. Caleb Carisma 2. Erlin Nduru 3. Joel Muara
11	17.45 – 18.00	Pembacaan Kesimpulan Seminar Foto Bersama Doa Penutup	15 menit	Doa oleh Ir. Lolom E. Hutabarat, MT

PRESENTASI KELOMPOK

No	Topik	Pemakalah	Bidang
1	Studi Kasus Perencanaan Kombinasi Sistem Pracetak dengan Isolasi Dasar pada Apartemen Pancoran Riverside II*	Martinus Nifotuhu Fau	STRUKTUR BANGUNAN
2	Metode Pelaksanaan Pembangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa	Soprianto Rahmad Saputra Waruwu	
3	Analisis Perilaku Struktur Bangunan Tinggi dengan Optimalisasi Penempatan Shear Wal Pada Gedung MRT Hub (Simpang Temu) Dukuh Atas, Jakarta Pusat	Daniel Natamaro	
4	Analisis Kinerja Bangunan Bertingkat Tinggi Berdasarkan Metode Time History Pada Gedung Simpang Temu MRT Dukuh Atas Jakarta*	Steffy Catharina Rebeccha Simbolon	
5	Analisis Kinerja Bangunan 2 Lantai pada Wilayah Kota Cianjur Menggunakan Metode Respons Spektrum	Dita Naomi	
6	Pengaruh Penggunaan Limbah Sekam Padi pada Uji Kuat Tekan Beton	Ruth Novitha Bunitte	
7	Analisis Anggaran Biaya dan Pengaruh Penggunaan Abu Batang Jagung Pada Beton Ramah Lingkungan	Michelle Graciella Tambunan	
8	Analisis Geoteknik Ditinjau dari Karakteristik Kuat Geser Material Longsoran pada Batas Kota Jayapura Kabupaten Keerom-Arso Sta. 66+327)*	Edoward JP Pardede	GEOTEKNIK, PERKERASAN JALAN DAN SUMBER DAYA AIR
9	Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kawasan Rawan Longsor di Kota Kupang Nusa Tenggara Timur	Stella Samderubun	
10	Mitigasi Bencana Longsor di Kabupaten Nias, Sumatera Utara Menggunakan Metode Pembobotan	Artikan Grace SevJulman Telaumbanua	
11	Perbaikan Tanah Ekspansif Menggunakan Berbagai Bahan Tambahan dan Alat yang Berbeda	Albert Patar Selamat Manalu	
12	Analisis Pengaruh Rendaman Pada Beton Aspal Menggunakan Berbagai Jenis Pasir	Paskalis Halawa	
13	Efektivitas Saluran Kalimalang dalam Menaggulangi Banjir	Desma Sari	
14	Analisa Hujan Dengan Alat Ukur Hujan Otomatis	Satria Dayvano Mangelep	

15	Analisis Pemilihan Moda Transportasi Mahasiswa Menuju Kampus Universitas Kristen Indonesia	Adriana Vania	TRANSPORTASI DAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
16	Analisis Kualitas Pelayanan Kawasan Parkir Berbayar di Kampus Universitas Kristen Indonesia	William Tavarani Dachi	
17	Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Cawang, Jakarta Timur	Evan Axel Diaz	
18	Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kalimalang Bekasi	Rio Imanuel Silalahi	
19	Kajian Manajemen Risiko Bencana Alam untuk Mendukung Peyandang Disabilitas	Putri Rimbun Berlian Purba	
20	Analisa Faktor-Faktor Dominan Penyebab Keterlambatan Proyek Bangunan Apartemen LRT City	Fristi Tumiwa	
21	Kajian Adaptasi Kontraktor Menghadapi Kondisi Pandemi Covid-19	Matildah Pretty	
22	Kajian Manajemen Konstruksi Pada Mitigasi Bencana	Tri Alexander Sihombing	

Daftar Isi

Kata Sambutan Dekan Fakultas Teknik UKI.....	i
Kata Sambutan Kaprodi Teknik Sipil FT UKI.....	ii
Kata Pengantar Ketua Pelaksana Seminar Nasional Teknik Sipil 2023.....	iii
Susunan Pelaksana Seminar Nasional Teknik Sipil 2023.....	iv
Susunan Acara Seminar Nasional Teknik Sipil 2023.....	vi
Technical Session Seminar Nasional Teknik Sipil 2023.....	ix
Daftar Isi	xi

BIDANG STRUKTUR

Metode Pelaksanaan Pembangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa (Soprianto R.S.Waruwu, Pinondang Simanjuntak).....	1-6
Analisis Perilaku Struktur Bangunan Tinggi Dengan Optimalisasi Penempatan Shear Wall (Daniel Natamaro, Pinondang Simanjuntak, Agnes Sri Mulyani)	7-21
Analisis Kinerja Bangunan 2 Lantai Pada Wilayah Kota Cianjur menggunakan Metode Respons Spektrum (Dita Naomi, Sudarno P. Tampubolon).....	23-27
Pengaruh Penggunaan Limbah Sekam Padi Pada Uji Kuat Tekan Beton (Ruth Novitha Bunitte, Sudarno P. Tampubolon).....	29-35
Analisa Anggaran Biaya Dan Pengaruh Penggunaan Abu Batang Jagung Pada Beton Ramah Lingkungan (Michelle Graciella Tambunan, Sudarno P. Tampubolon)	37-42

BIDANG GEOTEKNIK, PERKERASAN JALAN, SUMBER DAYA AIR

Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kawasan Rawan Longsor di Kota Kupang Nusa Tenggara Timur (Stella Samderubun, Gresia Enjelina Siahaan, Lolom Evalita Hutabarat).....	43-50
Mitigasi Bencana Longsor Di Kabupaten Nias Sumatera Utara Menggunakan Metode Pembobotan (Artikan Grace S. Telaumbanua, Lolom Evalita Hutabarat).....	51-57
Perbaikan Tanah Ekspansif Menggunakan Berbagai Bahan Tambahan Dan Alat Yang Berbeda (Albert Patar Selamat Manalu, Risma Masniari Simanjuntak, Lolom Evalita Hutabarat).....	59-66
Analisis Pengaruh Rendaman Pada Beton Aspal Menggunakan Berbagai Jenis Pasir (Paskalis Halawa, Risma Masniari Simanjuntak)	67-76
Efektivitas Saluran Kalimalang Dalam Menaggulangi Banjir (Desma Sari, Setiyadi)	77-85
Analisa Hujan Dengan Alat Ukur Hujan Otomatis (Satria Dayvano Mangelep, Setiyadi)	87-92

BIDANG MANAJEMEN KONSTRUKSI, TRANSPORTASI

Analisis Manajemen Rekonstruksi Pasca Bencana Berbasis Teknologi (Pinondang Simanjuntak).....	93-101
Dampak Bencana Alam terhadap Infrastruktur Transportasi (Efendy Tambunan)	103-108
Analisis Pemilihan Moda Transportasi Mahasiswa Menuju Kampus Universitas Kristen Indonesia (Adriana Vania, Chitrai K.H. Atti, Clijster A. Mamoribo, Nabil F. Askar, Natasha Christiani, Revival R.N. Telaumbanua, Gidalti H. Sirait, Efendy Tambunan)	109-116
Analisis Kualitas Pelayanan Kawasan Parkir Berbayar di Kampus Universitas Kristen Indonesia (William T. Dachi, Erlin Ndruru, Hafis Giawa, Caleb C.D. Sarumaha, Elpidar Y. Laia, Goklas P. Sihombing, Edward Gultom, Efendy Tambunan)	117-128
Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Cawang, Jakarta Timur (Evan Axel Diaz, Korintus Raja Pandapotan, Crespo Sinaga, Alventinus Bago, Enos Hulu, Joyman Buulolo, Efendy Tambunan).....	129-135
Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kalimalang Bekasi (Rio I. Silalahi, Ruth N. Bunitte, Michelle G. Tambunan, Putri R. B. Purba, Serina T. A. Aritonang, Stevany J. Simbiak, Efendy Tambunan)	137-144
Kajian Manajemen Resiko Bencana Alam Untuk Mendukung Penyandang Disabilitas (Putri Rimbun Berlian Purba, Candra Christianti Purnomo)	145-152
Analisa Faktor-Faktor Dominan Penyebab Keterlambatan Proyek Bangunan Apartemen LRT City (Fristi Tumiwa, Pinondang Simanjuntak)	153-159
Kajian Adaptasi Kontraktor Menghadapi Kondisi Pandemi Covid 19 (Matildah Pretty, Pinondang Simanjuntak).....	161-166
Kajian Manajemen Konstruksi Pada Mitigasi Bencana Akibat Gempa (Tri Alexander Sihombing, Candra Christianti Purnomo).....	167-173



SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL 2023

PERAN TEKNIK SIPIL DALAM MITIGASI RISIKO BENCANA

KEYNOTE SPEAKER



**Letjen TNI Suharyanto,
S.Sos., M.M.
Kepala BNPB**



**Prof. Sarwidi
Uli Yogyakarta**



**Dr. Ir. Hari Nugraha
Nurjaman, MT.**
Ketua IAPPI-Ikatan Asosiasi
Pracetak dan Prategang Indonesia



**I Putu Ellsa Sarasantika,
S.T, M.Sc, Ph.D.**
Universitas Warmadewa Bali



**Dr. Stefanus Barlian
S., S.T., M.T., IPM.**
Dosen Teknik Sipil
Universitas Tanjungpura



**Dr. Ir. Pinondang
Simanjuntak, MT**
Kepala Pusat Studi Bencana
TS UKI



**Ir. Efendy Tambunan,
Ir.Lic, rer, reg**
Kepala Lab Transportasi
TS UKI



Boni Reinhard Immanuel
Glodon Cubicost Indonesia



Tanggal :
14 September 2023



Hybrid
Graha William Soeryadjaya
UKI Cawang



Waktu :
08.00 - 16.00 WIB

Media Partner :



SEMNAS_TSUKI

semnasts@uki.ac.id

Semnas Uki

Website : snts.uki.ac.id

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia
Gedung Fakultas Teknik Kampus UKI Lt.2
Jl. Mayjen Sutoyo Cawang
Jakarta Timur 13630

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SEKAM PADI PADA UJI KUAT TEKAN BETON

Ruth Novitha Bunitte¹, Sudarno P. Tampolon²

¹Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia

Email: ruthnovitha25@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia

Email: sudarno.tampolon@uki.ac.id

Masuk: 10-09-2023, revisi: 25-09-2023, diterima untuk diterbitkan: 30-09-2023

ABSTRACT

The development of the use of concrete in the industrial or non-industrial world encourages changes in the criteria for concrete. Changes in the criteria for concrete follow the development of the times and the improvement of the quality of concrete that can be achieved. As one of the primary building materials, especially multi-story buildings or buildings with a wide enough area, concrete will require Adding mineral materials (additives) in concrete can be an alternative way to produce high-quality concrete. Materials containing pozzolan can be considered as one of the mineral additives. Pozzolan is a mineral additive that contains silica and alumina as its primary content. Rice husk ash has a high silica content so it can be categorized as a pozzolan. Replacing 10% of the weight of cement with rice husk ash can increase the compressive strength of concrete to the planned compressive strength.

Keywords: Concrete, Rice Husk Ash, Compressive Strength Enhancement

ABSTRAK

Perkembangan penggunaan beton dalam dunia industri ataupun non industri, mendorong adanya perubahan kriteria pada beton. Perubahan kriteria pada beton mengikuti perkembangan jaman serta peningkatan mutu beton yang dapat dicapai. Beton sebagai salah satu bahan utama bangunan, terutama bangunan bertingkat ataupun bangunan yang memiliki luasan yang cukup lebar, akan membutuhkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi supaya dapat menahan beban yang besar. Penambahan bahan mineral (additive) dalam beton dapat menjadi salah satu cara alternatif untuk menghasilkan beton mutu tinggi. Bahan yang mengandung pozzolan dapat dikatakan sebagai salah satu bahan tambah mineral. Pozzolan merupakan bahan tambah mineral yang mengandung silika dan alumina sebagai kandungan utamanya. Abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi sehingga dapat dikategorikan sebagai pozzolan. Penggantian 10% berat semen dengan abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan kuat tekan yang telah direncanakan.

Kata kunci: Beton, Abu Sekam Padi, Peningkatan Kuat Tekan

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan pesat populasi manusia diperkirakan selalu meningkat disetiap tahun mendatang. Sekitar tahun 2050 diperkirakan lebih dari 85% penduduk dunia akan tinggal di perkotaan (Santoso, 2017). Dengan meningkatnya populasi pada suatu negara maka kualitas pelayanan publik juga harus lebih ditingkatkan, hal ini dapat ditandai dengan perkembangan industri yang berhubungan dengan perkembangan fasilitas atau sarana dan prasarana publik. Kemajuan industri di dunia akan diiringi dengan peningkatan penggunaan beton, hal ini disebabkan karena pembangunan fisik baik industri maupun non industri secara umum menggunakan beton (Kusumaningrum et al., 2017). Pengaruh beton yang sangat berarti pada dunia konstruksi menuntut peningkatan kualitas beton agar mencapai target mutu beton yang direncanakan serta memiliki kekuatan tekan yang tinggi. Beton sebagai salah satu bahan

Ruth N. Bunitte, S. P. Tampolon, Pengaruh Penggunaan Limbah Sekam Padi Pada Uji Kuat Tekan Beton

konstruksi yang direncanakan untuk dapat menahan beban yang besar, harus memenuhi salah satu kriteria yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi. Memperhatikan komponen penyusun beton menjadi salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mendapatkan beton mutu tinggi (Suhirkam & Latief, 2006).

Menurut Badan Pusat Statistik, hasil survei KSA pada tahun 2021 menunjukkan luas panen padi di Indonesia sebesar 10,41 juta hektar (Zain et al., 2011). Dengan besar luas panen padi tersebut, menjadikan Indonesia sebagai salah satu penghasil limbah sekam padi terbesar. Inovasi penggunaan limbah sekam padi terus bertambah guna mengurangi jumlah limbah yang terus bertambah seiring dengan panen padi. Dalam penggunaannya kali ini, didasarkan pada perkembangan konstruksi pembangunan yang semakin bertambah, dan dikaitkan dengan jumlah limbah sekam padi yang melimpah. Penggantian abu sekam padi terhadap berat semen tidak dapat dilakukan secara berlebihan, jika berlebihan, maka akan mengakibatkan rasio kalsium/silika tidak proporsional pada campuran beton (Bakri, 2012). Rasio kalsium/silika disini, berperan sebagai rasio pembentuk CSH (Kalsium-Silikat-Hidrat) yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan pada campuran beton.

Pembakaran limbah sekam padi menghasilkan suatu abu yang memiliki kandungan SiO₂ lebih dari 70%, hingga dapat dikatakan sebagai pozzolan (Sandya & Musalamah, 2019). Hal ini menjadikan abu hasil pembakaran sekam padi memiliki potensi pengembangan pada bidang teknik sipil, yang dapat dimanfaatkan penggunaannya sebagai bahan pengganti semen. Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen yang mampu memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan kuat tekan beton karena kandungan silika yang dimiliki, mengurangi biaya terhadap penggunaan semen, serta mampu mengurangi dampak polusi yang dihasilkan dari pembuatan semen (Bakri, 2009). Selama beberapa dekade, penggunaan Abu sekam padi sebagai bahan pozzolan yang sangat reaktif dalam produksi telah diteliti, terutama dinegara berkembang (Zain et al., 2011). Sifat dan kualitas abu bervariasi karena perbedaan kondisi pembakaran, lokasi geografis dan kehalusan (Kumar et al., 2022). Abu sekam padi yang sangat reaktif diperoleh saat abu sekam padi dibakar dalam kondisi yang terkendali. Abu sekam padi berpotensi sebagai bahan campuran beton yang tergolong murah karena pada dasarnya merupakan limbah yang mengandung silika yang tinggi berupa silika amorf yang mencapai 95% (Bui et al., 2012) dan reaktivitas ini dikaitkan dengan kandungan silika amorf yang tinggi dan memiliki luas permukaan luar yang sangat besar yang diatur oleh struktur berpori partikel (Aprianti et al., 2015; Bakri & Baharuddin, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggantian 10% berat semen dengan abu sekam padi (Triastuti & Nugroho, 2017; Yahya, 2017; Yusrianto et al., 2021).

2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode studi literatur. Penelitian terdahulu mengenai pengaruh substitusi abu sekam padi pada campuran beton terhadap peningkatan kuat tekan menjadi dasar metodologi kajian literatur penelitian ini. Kuat tekan beton akan diuji sebelum dan sesudah semen diganti dengan abu sekam padi, dan hasilnya akan dirangkum. Menemukan informasi yang relevan adalah langkah pertama dari pendekatan tinjauan pustaka. Persyaratan pertama adalah data relevan dengan kajian abu sekam padi sedangkan syarat kedua terkait pemanfaatan abu sekam padi sebagai pengganti semen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Abu Sekam Padi Untuk Campuran Beton

Padi menghasilkan beras sebagai bahan makan pokok masyarakat Indonesia, menjadi salah satu produk utama pertanian di Indonesia. Sekam padi sebagai salah satu produk yang muncul akibat proses penggilingan padi ini menjadi suatu limbah dan menjadi salah satu permasalahan lingkungan, karena jumlahnya yang terus bertambah dan belum dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan keadaan lingkungan yang terus berubah seiring zaman. Limbah sekam padi dapat bertambah 20% - 25% dari berat keseluruhan pada masa panen padi. Dengan butir sekam padi yang tidak begitu halus (± 3 mm) dan bobotnya yang ringan, menjadikan sekam padi memerlukan tempat yang luas untuk penyimpanannya. Tingginya tingkat konsumsi beras di Indonesia sebagai makanan pokok, dapat memberikan perkiraan jumlah limbah sekam padi yang akan dihasilkan dari tahun ke tahun.

Salah satu komponen beton terpenting adalah semen Portland, yang pembuatannya dapat melepaskan sekitar satu ton gas karbon dioksida ke atmosfer per ton semen. Hal ini menjadi masalah karena tidak ramah lingkungan bagi perkembangan lingkungan yang berkelanjutan dan oleh karena itu berbahaya bagi lingkungan. Salah satu cara untuk membatasi pelepasan karbon dioksida adalah dengan mengurangi produksi semen Portland. Karena industri konstruksi terus berkembang, jumlah semen Portland yang digunakan untuk memproduksi beton perlu dikurangi (Islam et al., 2012; Pandarangga & Satyarno, 2023; Yusrianto et al., 2021).

Jika kedua permasalahan tersebut dikaitkan satu sama lain, maka timbul suatu inovasi yang dapat mengurangi permasalahan tersebut. Beton sebagai salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan pada suatu bangunan, menjadi objek pengembangan inovasi tersebut. Pembuatan beton dengan limbah sekam padi yang kandungannya mampu menjadikan sekam padi sebagai bahan pengganti semen, menjadikan hal tersebut sebagai salah satu inovasi yang ingin dikembangkan sebagai suatu pemecah kedua permasalahan tersebut (Febriyanti & Khaidir, 2023; Raharja et al., 2019; Suhirkam & Latief, 2006).

3.2 Kuat Tekan Beton

Penelitian yang dilakukan sebelumnya (Suhirkam & Latief, 2006) untuk mencapai kekuatan beton K-400 menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran $15 \times 15 \times 15$ cm, menggunakan campuran abu sekam padi. Pengujian kuat tekan menghasilkan kuat tekan beton terbesar $456,89 \text{ kg/cm}^2$, dengan penggantian sekam padi sebesar 10% seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kuat Tekan Beton (Suhirkam & Latief, 2006)

Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata sesuai umur beton (kg/cm^2)			
	7	14	21	28
BN4	269,78	366,22	402,52	414,07
BN4, A-2, 5	273,63	368,44	418,07	421,33
BN4, A-5	326,07	370,67	419,56	431,41
BN4, A-7, 5	337,63	381,19	419,70	444,30
BN4, A-10	345,63	389,78	421,78	456,89

Keterangan :

BN4 : Pencampuran abu sekam padi sebanyak 0%

Ruth N. Bunitte, S. P. Tampolon, Pengaruh Penggunaan Limbah Sekam Padi Pada Uji Kuat Tekan Beton

- BN4.A-2,5 : Pencampuran abu sekam padi sebanyak 2,5%
BN4.A-5 : Pencampuran abu sekam padi sebanyak 5%
BN4.A-7,5 : Pencampuran abu sekam padi sebanyak 7,5%
BN4.A-10 : Pencampuran abu sekam padi sebanyak 10%

Hasil lainnya (Raharja et al., 2019) memperlihatkan bahwa dengan kuat rencana f_c sebesar 80 MPa memperlihatkan pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan modulus elastis beton mutu tinggi (Tabel 2). Benda uji berbentuk bola dengan diameter 7,62 cm dan tinggi 15,24 cm. Beton dengan substitusi abu sekam padi 15% mempunyai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 101,07 MPa (Tabel 3).

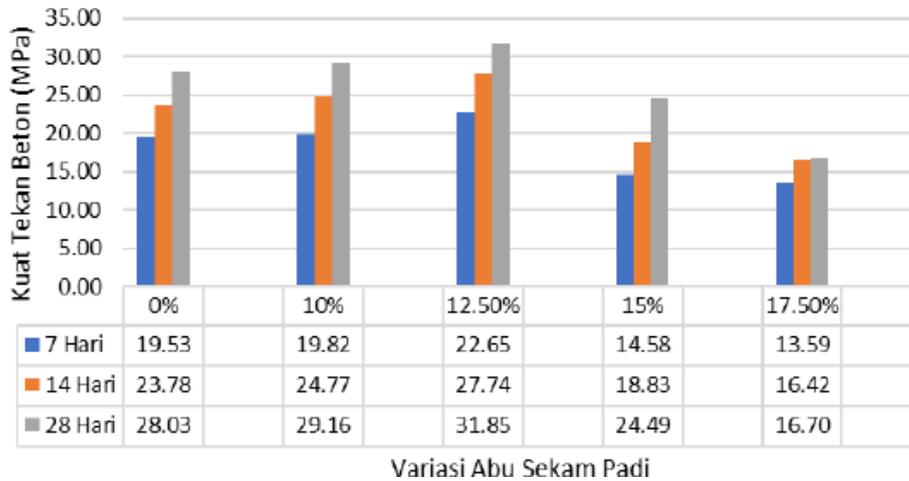
Tabel 2. Benda Uji Beton (Raharja et al., 2019)

Kode Benda Uji	Abu Sekam Padi (%)	Jumlah Benda Uji	Ukuran Benda Uji (in)	Umur Benda Uji
BKTN	0	3	Ø3 – H6	28
BKT1	2,5	3	Ø3 – H6	28
BKT2	5,0	3	Ø3 – H6	28
BKT3	7,5	3	Ø3 – H6	28
BKT4	10	3	Ø3 – H6	28
BKT5	15	3	Ø3 – H6	28

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Beton (Raharja et al., 2019)

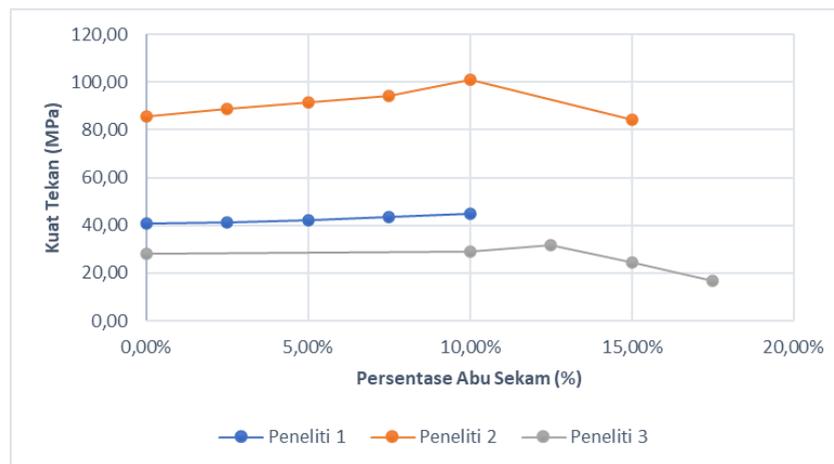
No	Kode Benda Uji	P maks (kN)	f_c (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
1	BKTN A	425	87,96	85,55
2	BKTN B	400	82,79	
3	BKTN C	415	85,89	
4	BKTN A	445	92,10	88,65
5	BKTN B	410	84,86	
6	BKTN C	430	89,00	
7	BKTN A	435	90,03	91,41
8	BKTN B	465	96,24	
9	BKTN C	425	87,96	
10	BKTN A	470	97,28	94,17
11	BKTN B	435	90,03	
12	BKTN C	460	95,21	
13	BKTN A	485	100,38	101,07
14	BKTN B	505	104,52	
15	BKTN C	475	98,31	
16	BKTN A	390	80,72	84,17
17	BKTN B	430	89,00	
18	BKTN C	400	82,79	

Penelitian berikutnya (Febriyanti & Khaidir, 2023) terkait pengaruh penggunaan abu sekam padi dari Kecamatan Tebo Tengah sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton, menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan menghasilkan kuat tekan beton terbesar 31,85 MPa, dengan penggantian abu sekam padi sebesar 12,5% seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Beton (Febriyanti & Khaidir, 2023)

Dari ketiga peneliti dan mengkonversi satuan hasil uji peneliti pertama, maka dapat dibuat perbandingan pengujian kuat tekan beton seperti terlihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton dengan campuran abu sekam padi berdasarkan studi literatur (Febriyanti & Khaidir, 2023)

Padi menghasilkan beras sebagai bahan makan pokok masyarakat Indonesia, menjadi salah satu produk utama pertanian di Indonesia. Sekam padi sebagai salah satu produk yang muncul akibat proses penggilingan padi ini menjadi suatu limbah dan menjadi salah satu permasalahan lingkungan, karena jumlahnya yang terus bertambah dan belum dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan keadaan lingkungan yang terus berubah seiring zaman. Limbah sekam padi dapat bertambah 20% - 25% dari berat keseluruhan pada masa panen padi. Dengan butir sekam padi yang tidak begitu halus (± 3 mm) dan bobotnya yang ringan, menjadikan sekam padi memerlukan tempat yang luas untuk penyimpanannya. Tingginya tingkat konsumsi beras di Indonesia sebagai makanan pokok, dapat memberikan perkiraan jumlah limbah sekam padi yang akan dihasilkan dari tahun ke tahun.

Ruth N. Bunitte, S. P. Tampolon, Pengaruh Penggunaan Limbah Sekam Padi Pada Uji Kuat Tekan Beton

Produksi salah satu bahan utama pembuatan beton yakni semen portland, mampu menghasilkan kira-kira 1 ton gas CO₂ yang dibuang ke atmosfer dalam memproduksi 1 ton semen portland. Hal ini juga menjadi suatu permasalahan, karena prosesnya yang tidak ramah lingkungan akan berdampak buruk dalam pengembangan lingkungan yang berkelanjutan. Pengurangan jumlah produksi semen portland menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah gas CO₂ ke atmosfer. Untuk mewujudkan hal tersebut, maka harus dilakukan pengurangan penggunaan semen portland dalam pembuatan beton, seiring dengan pertumbuhan konstruksi yang semakin berkembang.

Jika kedua permasalahan tersebut dikaitkan satu sama lain, maka timbul suatu inovasi yang dapat mengurangi permasalahan tersebut. Beton sebagai salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan pada suatu bangunan, menjadi objek pengembangan inovasi tersebut. Pembuatan beton dengan limbah sekam padi yang kandungannya mampu menjadikan sekam padi sebagai bahan pengganti semen, menjadikan hal tersebut sebagai salah satu inovasi yang ingin dikembangkan sebagai suatu pemecah kedua permasalahan tersebut.

4. KESIMPULAN

Substitusi abu sekam padi terhadap berat semen sebesar 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton karena kandungan silika yang dapat dijadikan sebagai pozzolan dan pembakaran limbah sekam padi harus di bakar secara terkendali agar menghasilkan abu amorf yang dapat meningkatkan reaktifitas. Penambahan abu sekam padi pada beton bermanfaat meminimalisir pengaruh limbah sekam padi terhadap pencemaran lingkungan karena pemanfaatannya dapat digunakan pada bidang konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianti, E., Shafigh, P., Bahri, S., & Farahan, J. N. (2015). Supplementary Cementitious Materials Origin from Agricultural Wastes - A Review, *Construction and Building Materials* 74(April):176–87. *Construction and Building Materials*, 74, 176-187.
- Bakri. (2009). Komponen Kimia Dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai Scm Untuk Pembuatan Komposit Semen. *Perennial*, [Http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Perennial](http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Perennial), ISSN: 1412-7784, 5(1), 9. <https://doi.org/10.24259/perennial.v5i1.184>
- Bakri. (2012). Peranan Abu Sekam Padi untuk Mengurangi Porositas Conblock Ringan Sekam Padi. *Perennial*, [Http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Perennial](http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Perennial), ISSN: 1412-7784, 8(1), 6–12.
- Bakri, & Baharuddin. (2010). Absorpsi Air Komposit Semen Sekam Padi Dengan Penambahan Pozzolan Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Matriks Semen. *Perennial*, [Http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Perennial](http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Perennial), ISSN: 1412-7784, 6(2), 70–78.
- Bui, L. A. T., Chen, C. T., Hwang, C. L., & Wu, W. S. (2012). Effect of silica forms in rice husk ash on the properties of concrete. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, 19(3), 252–258. <https://doi.org/10.1007/s12613-012-0547-9>
- Febriyanti, E., & Khaidir, I. (2023). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Dari Kecamatan Tebo Tengah Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. *Skripsi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta*, 1(1), 145-146.
- Islam, M. N., Mohd Zain, M. F., & Jamil, M. (2012). Prediction of strength and slump of rice husk ash incorporated high-performance concrete. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(3), 310–317. <https://doi.org/10.3846/13923730.2012.698890>
- Kumar, S., Adediran, A., Rodrigue, C., Mohammed, S., & Leklou, N. (2022). Production , characteristics , and utilization of rice husk ash in alkali activated materials : An overview of fresh

- and hardened state properties. *Construction and Building Materials*, 345(June), 128341. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128341>
- Kusumaningrum, D. C., Abdi, F. N., & Haryanto, B. (2017). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Korallong Iram Dan Agregat Halus Pasir Mahakam. *Jurnal Teknologi Sipil*, 1(2), 50–55.
- Pandarangga, A., & Satyarno, I. (2023). Perancangan Campuran Adukan dan Pengendalian Mutu Beton. *Sipilpedia E-Book*.
- Raharja, S., As'ad, S., & Sunarmasto. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik pada Beton Mutu Normal. *Jurnal IPTEK*, 22(2), 51–58. <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2018.v22i2.435>
- Sandya, Y., & Musalamah, S. (2019). Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen. *EDUCATIONAL BUILDING, Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan Dan Sipil ISSN-E: 2477-4901, ISSN-P: 2477-4898*, 5(2), 59–63.
- Santoso, B. (2017). Urban 2050 : ledakan perkotaan di Indonesia karena mobilitas penduduk dan kebijakan poros maritim. In *Calpulis, Yogyakarta*.
- Suhirkam, D., & Latief, A. (2006). Pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi terhadap kekuatan beton K-400. *Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya*, 6, 3–8.
- Triastuti, & Nugroho, A. (2017). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan. *Jurnal Teknik Sipil, Jurnal Teoretis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 24(2), 139–144. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.4>
- Yahya, H. (2017). Kajian Beberapa Manfaat Sekam Padi di Bidang Teknologi Lingkungan: Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bagi Masyarakat Aceh di Masa Akan Datang. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 266–270.
- Yusrianto, Tanijaya, J., & Tonapa, S. R. (2021). Pemanfaatan Rice Husk Ash dan Bottom Ash Sebagai Bahan Campuran pada Beton. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(4), 273–281. <https://doi.org/10.52722/pcej.v2i4.185>
- Zain, M. F. M., Islam, M. N., Mahmud, F., & Jamil, M. (2011). Production of rice husk ash for use in concrete as a supplementary cementitious material. *Construction and Building Materials*, 25(2), 798–805. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.07.003>

