



ISSN 2985-7007



PROSIDING KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"

GRAND INNA KUTA - BALI,
27-28 OKTOBER 2022



DI DUKUNG OLEH



EDITOR : PUTU IKA WAHYUNI

VOLUME 16





ISSN 2985-7007

PROSIDING KONTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"



EDITOR : PUTU IKA WAHYUNI

GRAND INNA KUTA - BALI,
27-28 OKTOBER 2022



PRAKATA EDITOR

Pandemi Covid-19 yang menerpa dunia dari tahun 2019 ini tentunya mengakibatkan perlambatan dari semua kalangan sector. Perlambatan disebabkan oleh berkurangnya permintaan masyarakat yang merupakan dampak dari pembatasan social (Sosial distancing) serta Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), yang mana merupakan suatu strategi kebijakan untuk menekan penyebaran Covid-19 ini. Pada bidang industry konstruksi dimana terjadi penundaan dan penangguhan proyek bangunan, anggaran proyek yang terus membengkak akibat pandemic, serta anggaran proyek infrastruktur yang dialihkan untuk bantuan social.

Tahun 2022, pelan-pelan perekonomian sudah mulai merangkak naik, dengan mulai digalangkannya vaksin covid-19 bagi masyarakat, sehingga sector perekonomian mulai berjalan. Contohnya penerbangan internasional sudah dibuka serta gencarnya pembangunan infrastruktur pada tahun 2022 yang sempat ditunda akibat pandemic Covid-19 ini. Namun, terjadi permasalahan lain akibat penundaan dan penangguhan proyek ini, diantaranya yaitu inflasi yang tinggi, kenaikan suku bunga, dan melambatnya pertumbuhan ekonomi yang diproyeksikan akan berdampak ada sektor konstruksi serta menahan pendapatan riil dan daya beli, serta kemampuan pekerja proyek untuk bekerja yang menjadi tantangan utama bagi bisnis konstruksi. Hal-hal ini pula yang harus menjadi perhatian bisnis konstruksi sebagai bahan evaluasi untuk merancang strategi baru untuk menangani ketahanan industry di bidang konstruksi pasca pandemic Covid-19.

Untuk menaungi suatu kompetisi, penemuan terbaru, serta karya dari peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi dalam bidang konstruksi, maka diperlukan suatu forum yang dapat menjadi ruang dialog untuk bertukar ide dan gagasan, hasil karya, dan berkompetisi dalam usaha meningkatkan kualitas dan kompetisi dari peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi. Oleh karena itu, maka diadakanlah Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS), dimana merupakan suatu forum akademik khususnya di bidang Teknik Sipil yang diadakan setiap tahun. KoNTekS-16 tahun 2022 diadakan Oleh Universitas Warmadewa, Universitas Ngurah Rai, Universitas Mahasaraswati, Politeknik Negeri Bali, serta Politeknik Transportasi Darat Bali.

Karya akademik yang dihasilkan pada KoNTekS-16 yang disusun ke dalam Prosiding KoNTekS-16 tahun 2022 ini dapat memberikan perkembangan pengetahuan dari sisi peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi dalam menghadapi pasca pandemic Covid-19 , terutama di bidang konstruksi. Diharapkan kegiatan KoNTekS-16 tahun 2022 ini bisa dijadikan sarana untuk bertukar pikiran dalam menghadapi permasalahan pasca Pandem Covid-19 yang sesuai dari bidang dan keahlian seperti Rekayasa Struktur, Rekayasa Geoteknik, Rekayasa Transportasi, Keairan, Rekayasa Manajemen Konstruksi, serta Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, sehingga pengetahuan dan ilmu yang didapat bisa semakin diperbarui dan dikembangkan untuk kemajuan di bidang akademik maupun dunia kerja yang berguna bagi dunia Teknik Sipil di Indonesia.

KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"

KONSORSIUM PENYELENGGARA



PANITIA PENYELENGGARA



DIDUKUNG OLEH



DISPONSORI OLEH





SUSUNAN KEPANITIAAN

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-16

- Pengarah : Prof. Dr. Ir. I Wayan Runa, M.T (Universitas Warmadewa)
Dr. Ir. I Gusti Agung Putu Eryani, M.T. (Universitas Warmadewa)
Dr. Ir. I Nengah Sinarta, S.T., M.T., IPM (Universitas Warmadewa)
Ir. Cokorda Agung Yujana, M.T., IPM (Universitas Warmadewa)
- Ketua Panitia : Dr. Ir. Putu Ika Wahyuni, S.T, M.Si, M.T., IPM (Universitas Warmadewa)
- Sekretaris : Ir. I Wayan Gde Erick Triswandana, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
- Bendahara : Ir. Ni Made Widya Pratiwi, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
- Sie Acara : Ir. Ni Kadek Astariani, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Ir. A.A. Sagung Dewi Rahadiani, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ni Putu Silvi, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Putu Eka Suartawan, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Budi Mardika, S.Pd., M.Pd. (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Anggun Prima Gilang Rupaka, S.P, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Ni Putu Way Kirana Putri Utami (202061121058)
Komang Pipin Indraswari Berata (202161121127)
- Sie Persidangan : Ida Ayu Cri Vinantya Laksmi S.T. M.T. (Universitas Warmadewa)
Ni Kadek Ayu Cipta Dewi (202161121126)
Ni Putu Dea Alodya Gustafani (202061121023)
Dewa Ayu Nyoman Sriastuti, S.T., M.T (Universitas Warmadewa)
- Sie Makalah & Percetakan : Kadek Windy Candrayana, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ir. I Gusti Ngurah Eka Partama, S.T., M.Si (Universitas Ngurah Rai)
Dr. Ni Komang Ayu Agustini S.T., M.Eng. (Universitas Warmadewa)



Aris Budi Sulisty, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

I Putu Pranayoga Aditya (202061121092)

I Made Wahyu Anom Pramesti (202061121052)

I Kadek Adhitya Wiguna (202161121037)

Kadek Yonas Prameira (202161121032)

Sie Perengkapan : Ir. I Ketut Yasa Bagiarta, M.T. (Universitas Warmadewa)

Ir. I Wayan Jawat, M.T. (Universitas Warmadewa)

I Wayan Alit Setiawan, S.T. (Universitas Warmadewa)

I Made Sedana Yoga, S.Kom (Universitas Warmadewa)

Putu Prabhu Wirautama, S.T. (Universitas Warmadewa)

Ida Bagus Wira haji ST., SAg., MSi., MT (Universitas Hindu Indonesia)

I Ketut Agus Mahardika (202161121116)

Pande Made Dwi Merta Kusuma (202161121085)

Anak Agung Gede Saka Pramana Agni (202161121091)

Sie Publikasi : Ir. Ni Komang Armaeni, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)

Arif Devi Dwipayana, S.T., M.M (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Dinda One Mulyaningtyas, S.T, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)

A.A. Bagus Oka Khrisna Surya, S.T, M.Ti (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Surya Aji Ermanto, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Sie Zoom & Recording : Ir. I Gede Angga Diputera, S.T., M.T. (Universitas Mahasaraswati)

I Gede Sukayasa, S.E. (Universitas Warmadewa)

I Gede Untung Wirawan (202061121116)

Agus Arya Pramana Maharat Fortunata (202061121015)

Anak Agung Gede Saka Pramana Agni (202161121091)



I Gusti Ngurah Putra Aryawan (202161121087)

Kadek Yonas Prameira (202161121032)

Sie Pendaftaran & Sertifikat : Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, ST., MT (Universitas Hindu Indonesia)

Ni Made Krisna Werdi, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Lia Nita Rahayu, S.T. (Universitas Warmadewa)

I Putu Aris Suardimas Pradnya Winata (202161121013)

Silvia Angelina Kurniawan (202161121017)

Sie Designer : Ir. I Putu Agus Putra Wirawan, S.T., M.T. (Universitas Mahasaraswati)

I Made Surya Sukma Mahardika, S.Kom., M.M. (Universitas Warmadewa)

Ir. I Wayan Muliawan, M.T. (Universitas Warmadewa)

Sie Konsumsi dan Upakara : Ir. Anak Agung Rai Asmani K., M.T. (Universitas Warmadewa)

Dwi Wahyu Hidayat, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Putu Ayu Govika Krisna D. S.E., M.M. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Dr. Made Novia Indriani, S.T., M.T (Universitas Hindu Indonesia)

Ni Luh Putu Andayani, S.H. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Nivia Dewi Sukranadi, S.E. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Dian Hartini, A.Md (Universitas Warmadewa)

Ni Luh Gede Indah Cahyani (202161121019)

Intan Angelicca (202161121014)

Rio Putra Carmawan (202161121090)

I Made Dwi Agustadana (202161121078)

Sie Publikasi & Dokumentasi : I Made Adnyana Putra (202061121031)

I Gede Premananda Putra (202061121036)



- Sie Sponsorship : I Gusti Agung Gede Nodya Dharmastika, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ir. Anak Agung Gede Sumanjaya, M.T. IPM. (Universitas Warmadewa)
Tri Hayatining Pamungkas, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Dr. Anak Agung Ayu Made Cahaya Wardani, S.T., M.T (Universitas Hindu Indonesia)
Ir. I Gede Gegiranang Wiryadi, ST, MT (Universitas Mahasaraswati)
- Sie Komite Ilmiah : Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
Ferianto Raharjo, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
- Pengelola Website : Dr. Ir. Hermawan, ST., MT. (Unika Soegijapranata)
Alfredo Tjokrohadi (Unika Soegijapranata)
Eldisya M. Jebatu (Unika Soegijapranata)
Benny Ardhi Nugroho (Unika Soegijapranata)
Christopher Aditya Cahya Dewata (Unika Soegijapranata)
Antonius Erland Hendyayoga (Unika Soegijapranata)
- Reviewer : Dr. Ir. I Nengah Sinarta, S.T., M.T, IPM, A.Eng
Ida Bagus Rai Widiarsa.ST.MAsc., Ph.D
Dr. Andy Prabowo, S.T., M.T
Dr. Lisa Oksri Nelfia, ST, MT, MSc
Vienti Hadsari,PhD
Made Dodiek Wirya Ardana, ST, MT
Dr.techn. Indra Noer Hamdhan, S.T., M.T.
Dr. Yuki Achmad Yakin, M.T.
Dr. Galuh Crismaningwang, S.T., M.T
Dr. A'azokhi Waruwu, S.T., M.T.
Dr. Ir. Efendhi Prih Raharjo, CIAR, CIRR, S.T., S.S.iT, M.T.
Dr. Imam Basuki



Dr. J Dwijoko Ansusanto
Dr. I Made Agus Ariawan, ST, MT
Dr. Ir. Dwi Prasetyanto, M.T.
Dr. Ir. Herman, M.T.
Prof. Ir. Leksmono S.P., M.T., Ph.D
Dr. Ir. I Made Sastra Wibawa, M.Erg
Dr. Ir. I Gusti Agung Putu Eryani, M.T
Dr. Ir. I Made Nada, M.Si
Dr. Ing. Agustina Kiky
I Putu Gustave Suryantara P. ST, M.Eng. PhD
Yessi Nirwana Kurniadi, S.T., M.T., Ph.D.
Dr. Eng. Fitri Suciaty, S.Si., M.Si.
Dr. Ir. Wati A. Pranoto, M.T
Dr. Ir. Putu Ika Wahyuni, ST, M.Si, MT, IPM, Asean.Eng
AY. Harijanto Setiawan, PhD
Dr. Ir. Nyoman Yudha Astana, MT.
Dr. Ir. Henny Wiyanto, M.T.
Dr. Ir. Hermawan, S.T., M.T.
Dr. Ir. Darmawan Pontan, SE., MT., M.M.
Kadek Diana Harmayani, ST, MT., Ph.D
Dr. Ir. Djoko Suwarno, M.Si.



DAFTAR MAKALAH

GEOTEKNIK

GT-17	PENGARUH GEMPA TERHADAP STABILITAS LERENG DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DI KABUPATEN DONGGALA	1
GT-18	NILAI RESISTIVITAS DAN STRUKTUR BATUAN VULKANIK PASCA GEMPA DI KALDERA GUNUNG BATUR SERTA USAHA MITIGASI	11
GT-19	KAJIAN LONGSOR LERENG KEBUN KOPI KM 41+881 DAN KM 42+163 DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	19
GT-20	POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN ALAT SWEDISH WEIGHT SOUNDING TEST PADA KELURAHAN DUYU KECAMATAN TATANGA KOTA PALU	29
GT-21	PENENTUAN JUMLAH MESH OPTIMUM PADA PEMODELAN SAMBUNGAN BLOK MODULAR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	40
GT-22	PEMODELAN NUMERIK PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE	46
GT-23	UJI INTERFACE GAYA GESEK TANAH DAN TIANG DENGAN PASTA FRIKSI MENGGUNAKAN GESER LANGSUNG	62
GT-24	POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN ALAT SWEDISH WEIGHT SOUNDING TEST PADA LOKASI JALAN POROS PALU-BANGGA DESA BALIASE KABUPATEN SIGI	68
GT-25	ANALISIS STABILITAS LERENG DITINJAU MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DI RUAS JALAN RAYA ABEPURA-SENTANI	79
GT-26	PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI INDEKS PLASTISITAS TANAH	87
GT-27	POTENSI PERKUATAN TANAH GAMBUT DENGAN PENAMBAHAN TANAH NON ORGANIK DAN SEMEN	93
GT-28	UJI CBR TANPA RENDAMAN PADA TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN GEOPOLIMER-FLY ASH	101
GT-29	EFEK PENAMBAHAN LIMBAH BAFU PADA STABILISASI LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI	109
GT-30	NEGATIVE SKIN FRICTION SUATU PELAJARAN YANG DAPAT DIPETIK	118
GT-31	PENYELIDIKAN SONDIR DI KOTA BIMA, SUMBAWA, NUSA TENGGARA BARAT	127
GT-32	PENGARUH HAMBATAN LEKAT TERHADAP DAYA DUKUNG FONDASI BANGUNAN SIPIL (STUDI KASUS HASIL SONDIR KOTA DENPASAR)	135
GT-33	ANALISIS REMBESAN AKIBAT ADANYA FLUKTUASI MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN PROGRAM GEO-STUDIO SEEPW 2018	142
GT-34	KORELASI TEKANAN LATERAL AKIBAT BEBAN DINAMIS DENGAN KECEPATAN KONSTAN KENDARAAN DIBANDINGKAN DENGAN BEBAN STATISNYA	150
GT-35	KARAKTERISTIK MEKANIK TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI SECARA FISIS MENGGUNAKAN CAMPURAN BOTTOM ASH DAN FLY ASH	158
GT-36	APLIKASI PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN DATA SPT BERBASIS MIT APP INVENTOR	166
GT-37	REFRACTION SEISMIC INTERPRETATION TO DETERMINE ROCK LITHOLOGY	173
GT-38	PENGARUH GRID HEXAGONAL SEBAGAI LAPIS PONDASI	178
GT-39	DINDING PENAHAN TANAH SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR	184



STRUKTUR

ST-20	ANALISIS KERUSAKAN STRUKTUR PELAT ATAP STUDI KASUS GEDUNG E UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR	191
ST-21	KAPASTIAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN GFRP U-WRAPPING MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	201
ST-22	SANALISIS KINERJA YIELD-LINK SAMBUNGAN BAJA TERPRAKUALIFIKASI SIMPSON STRONG-TIE STRONG FRAME DENGAN METODE ELEMEN HINGGA	209
ST-23	ANALISIS KINERJA HOLLOW CORE SLAB PRECAST DENGAN VARIASI BENTUK LUBANG MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	220
ST-24	EVALUASI STRUKTUR DAN ANALISIS PUSHOVER GEDUNG Z SESUAI DENGAN SNI 1726 2012 DAN SNI 1726 2019	227
ST-25	RESPON STRUKTUR BERTINGKAT DENGAN VARIASI DIMENSI KOLOM AKIBAT BEBAN GEMPA BERBAGAI FREKUENSI	234
ST-27	EVALUASI RELIABILITAS JEMBATAN STANDAR RANGKA BAJA AKIBAT BEBAN LALU LINTAS HASIL PENGUKURAN B-WIM	242
ST-28	MENGENAL METODE-METODE PERHITUNGAN KEKUATAN PENAMPANG ELEMEN STRUKTUR BAJA CANAI DINGIN (COLD-FORMED)	252
ST-29	ANALISIS RESPON DINAMIK STRUKTUR TERHADAP KARAKTERISTIK GEMPA YANG BERBEDA DENGAN METODE RIWAYAT WAKTU (TIME HISTORY)	262
ST-30	KUALITAS HASIL PRODUKSI INDUSTRI PAVING BLOCK DI KOTA PALU	263
ST-31	ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL TERHADAP PENAMBAHAN ADDITIVE BESTMITTEL	272
ST-32	PERILAKU MEKANIK PANEL KOMPOSIT BETON RINGAN (LIGHTWEIGHT CONCRETE) PREFABRIKASI PADA PEMBEBAHAN AXIAL	282
ST-33	PENGARUH FAKTOR GEMPA TERHADAP STRUKTUR ABUTMENT	290
ST-34	ANALISIS DAN DESAIN DIAFRAGMA BUKAAN LEBAR PADA BANGUNAN GEDUNG BETON BERTULANG 1	297
ST-35	PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH TETES TEBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON	306
ST-36	PENGARUH VARIASI JARAK TULANGAN SENGGANG KONTINU DENGAN TULANGAN TEKAN TUINGGAL TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON	311
ST-37	ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN DINDING PENGISI MENGGUNAKAN SHELL ELEMENT	320
ST-38	PERILAKU DINAMIS STRUKTUR IREGULER L BETON BERTULANG DENGAN VARIASI RASIO KELANGSINGAN STRUKTUR	330
ST-39	ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT SISTEM GANDA BERDASARKAN SNI 1726-2019	339
ST-40	PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH TETES TEBU TERHADAP WAKTU IKAT (Setting Time) SEMEN	351
ST-41	ANALISIS MUTU PADA STRUKTUR KOLOM DAN TINGKAT KERUSAKAN DINDING BESERTA METODE PERBAIKAN	356
ST-42	STRUCTURAL DAMAGE DETECTION OF TWO-DIMENSIONAL FRAME USING MODE SHAPE CURVATURE METHODS	366
ST-43	EFISIENSI DIMENSI KOLOM PADA STRUKTUR GEDUNG TUJUH TINGKAT DENGAN PENAMBAHAN WING WALL	374



ST-44	KOMPARASI MODEL DAN UJI EKSPERIMEN PERILAKU ELASTOPLASTIS STRUKTUR YANG DIBEKANI LENTUR DAN TORSI	384
ST-45	TINJAUAN PERENCANAAN BOX CULVERT PADA LANDASAN PACU (RUN WAY) TORAJA AIRPORT	391



MATERIAL

MT-8	OPTIMASI PEMAKAIAN SERAT ROSELLA PADA BETON DENGAN VARIASI MAKSIMUM UKURAN AGREGAT 10 MM, 15 MM, 25 MM	401
MT-9	ANALISIS HUBUNGAN ANTARA TINGGI DAN DIAMETER BENDA UJI KAYU GALAM TERHADAP KUAT TEKAN	407
MT-10	PENGARUH RENDAMAN AIR SUNGAI MAHAKAM PADA ASPAL BETON (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK PENGUJIAN MARSHALL TEST	415
MT-11	PEMANFAATAN ABU LIMBAH KULIT GALAM SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DALAM CAMPURAN BETON	421
MT-12	EVALUASI MOISTURE SENSITIVITY CAMPURAN ASPAL HANGAT SKALA MASTIC DENGAN ADITIF ANTISTRIPPING WETFIX BXE	427
MT-13	PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU DAUN BAMBUI TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER	436
MT-14	PENCEGAHAN KOROSI PADA SEA WATER MIXED MORTAR DENGAN BAHAN IKAT PORTLAND POZZOLAN CEMENT (PPC)	444
MT-15	ANALISIS PERBANDINGAN EVALUASI MATERIAL KONSTRUKSI GREEN BUILDING MENGGUNAKAN GREENSHIP VERSI 1.2 DAN EDGE VERSI 3.0	453
MT-16	PENGARUH PENGGUNAAN CARBON NANOTUBE (CNT) TERHADAP KINERJA BETON	462
MT-17	PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BATA RINGAN DI KOTA SAMARINDA DENGAN BENDA UJI KUBUS	468
MT-18	ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN FOAM AGENT SINTETIS DAN FOAM AGENT NABATI TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR BUSA	474
MT-19	PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK LIMBAH SAYURAN DAN ADMIXTURE DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA METODE SELF HEALING CONCRETE	480
MT-21	ANALISIS KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT BUAH PINANG DAN WATERGLASS	491
MT-22	PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH LOW DENSITY POLYETHYLENE DAN ABU CANGKANG KEMIRI DALAM CAMPURAN ASPAL AC-WC	497
MT-23	ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN KARET ALAM TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON	506
MT-24	KOMPARASI PENGGUNAAN ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN PASTA SEMEN UNTUK GROUTING DUCTING PRESTRESS	512
MT-26	BLOK PLASTIK BAHAN PASANGAN DINDING (BPBPD) MENGGUNAKAN MINYAK JELANTAH DAN PLASTIK TIPIS BEKAS KEMASAN	517
MT-27	PENGARUH AIR LAUT PADA KUAT TEKAN DAN ABSORPSI BETON	523
MT-28	PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON NORMAL	539
MT-29	PEMANFAATAN SISA PRODUKSI BATU ONYX UNTUK PENAMBAH PASIR SEBAGAI CAMPURAN ASPAL PADA PERKERASAN JALAN	534
MT-30	PENGARUH PAPANAN HIDROGEN SULFIDA (H ₂ S) TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON DI LINGKUNGAN GEOTHERMAL	548
MT-31	ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN LIMBAH CIRCUM SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS	555



MT-32	KAJIAN-KEPADATAN-DAN-NILAI-PORI-RAP-PADA-LAPIS-HRS-DENGAN-PEMANFAATAN-OLI-BEKAS	564
MT-33	PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER PADA BETON GEOPOLIMER	572



TR-38	TINJAUAN FASILITAS PERLENGKAPAN JALAN PADA JALAN IMAM MUNANDAR PEKANBARU	766
TR-39	ANALISIS TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA JASA TERHADAP KINERJA PELAYANAN TERMINAL MESRAN DI KOTA JAYAPURA	775
TR-40	KORELASI ANTARA BAN KEMPES TERHADAP MUATAN KENDARAAN (STUDI KASUS JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN KM 12)	783
TR-41	ANALISIS PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI DI TERMINAL MENGWI MENGGUNAKAN MODEL LOGIT	791



MANAJEMEN KONSTRUKSI

MK-47	ANALISIS KELAYAKAN ANTARA PEMBELIAN DENGAN SEWA ALAT BERAT PADA PROYEK PLTU TANJUNG SELOR	803
MK-48	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA TENAGA KERJA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG PADA MASA PANDEMI COVID-19	812
MK-49	ANALISIS DAMPAK PANDEMI COVID-19 TERHADAP SUPPLIER MATERIAL KONSTRUKSI DI KOTA PALU	818
MK-50	IDENTIFIKASI FAKTOR KINERJA MANDOR PADA PEMBANGUNAN KONSTRUKSI GEDUNG (UNIVERSITAS NEGERI ISLAM PALU)	827
MK-51	EFISIENSI KUANTITAS DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PROYEK KITB III JAWA TENGAH	835
MK-52	KAJIAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DI DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG (DPUPR) PROVINSI KALIMANTAN TENGAH SEBELUM, SAAT DAN SETELAH PANDEMI COVID-19	841
MK-53	IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DAYA SAING KONTRAKTOR KECIL PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI KOTA PALU	850
MK-54	ANALISIS INVESTASI PENGEMBANGAN PROYEK PERUMAHAN DI DAERAH PURBALINGGA	859
MK-55	KONTRIBUSI LEADING DAN LAGGING INDICATORS DALAM MENINGKATKAN BUDAYA KESELAMATAN KONSTRUKSI DI INDONESIA	869
MK-56	PENJADWALAN SUMBER DAYA MANUSIA PADA PELAKSANAAN PROYEK (STUDI KASUS PROYEK GEDUNG DI YOGYAKARTA)	877
MK-57	KOMPLEKSITAS PEMODELAN DALAM SIMULASI OPERASI KONSTRUKSI KASUS PEKERJAAN CFG PILE	884
MK-58	STUDI PENDAHULUAN MENGENAI ANALISIS PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA PEKERJAAN PEMASANGAN LANTAI CONWOOD DECK 12	895
MK-59	IMPLEMENTASI PENERAPAN BIM-BASED LCA PADA PEMBANGUNAN GEDUNG	901
MK-60	KAJIAN PENERAPAN GREENROADS PADA PROYEK JALAN PERKOTAAN DI DENPASAR	908
MK-62	IMPLEMENTASI BIM PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT	917
MK-63	KAJIAN STRATEGI KETAHANAN INDUSTRI KONSTRUKSI PASCA PANDEMI	926
MK-64	KAJIAN PENGARUH KECELAKAN KERJA DAN KETERJANGKITAN COVID-19 TERHADAP PRODUKTIVITAS KONSTRUKSI	932
MK-65	PERAN PROJECT MANAGEMENT OFFICE DALAM SEBUAH LEMBAGA KEMENTERIAN (STUDI KASUS : DIREKTORAT JENDRAL PERKERETAAPIAN)	942
MK-66	FAKTOR PENENTU KOMPETENSI TENAGA KERJA KONSTRUKSI DALAM PROSES UJI OLEH LEMBAGA SERTIFIKASI PROFESI	949
MK-67	KAJIAN KEGIATAN REHABILITASI RUMAH TIDAK LAYAK HUNI NON KAWASAN DAN TERDAMPAK BENCANA DI KABUPATEN TANGERANG	959
MK-68	DAMPAK PERUBAHAN DESAIN TERHADAP WAKTU DAN BIAYA PROYEK STUDI KASUS PROYEK GEDUNG	968
MK-69	PENILAIAN RISIKO PENANGANAN KEBAKARAN DI KAWASAN HERITAGE KOTA LAMA SEMARANG	974
MK-71	ANALISIS RISIKO DAN RESPON RISIKO PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN PERKERASAN JALAN DI JAYAPURA	981



MK-72	ANALISIS RISIKO PADA PRESERVASI INFRASTRUKTUR JALAN DI PAPUA DITINJAU DARI PIHAK KONSULTAN PERENCANA	989
MK-73	PENILAIAN ECOGREEN INDUSTRIAL ESTATE PEKANBARU DENGAN PERANGKAT GREENSHIP NEIGHBORHOOD VERSI 1.0	996
MK-74	KINERJA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG X PADA KABUPATEN MAMASA DENGAN METODE EARNED VALUE	1006
MK-75	PENERAPAN K3 UNTUK MITIGASI KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS (STUDI KASUS DI PROYEK RUMAH SAKIT KELUARGA SEHAT III SEMARANG)	1013
MK-76	ANALISIS INDIKATOR HIJAU PADA PEMBANGUNAN PELABUHAN MARINA DI LABUAN BAJO	1024
MK-77	MANAJEMEN RISIKO DAN STRATEGI MITIGASI RISIKO TERHADAP BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN	1031
MK-78	ANALISIS FAKTOR PENYEBAB PEMBENGGKAKAN BIAYA KONSTRUKSI (COST OVERRUN)	1038
MK-79	ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PROYEK PADA PEMBANGUNAN PLTBN DAN PLTD SARMI 5 MW	1049
MK-80	PREFERENSI MASYARAKAT KOTA MAGELANG TERHADAP APARTEMEN BERKONSEP GREEN BUILDING PASCA PANDEMI COVID-19	1054
MK-81	PENERAPAN METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (F-AHP) DALAM PEMILIHAN GREEN SUPPLIER	1061
MK-82	PREFERENSI MASYARAKAT DI KOTA TANGERANG SELATAN TERHADAP GREEN HOME PASCA PANDEMI COVID 19	1068
MK-83	MANAJEMEN RISIKO PEMBANGUNAN GEDUNG TINGGI AKIBAT SITUASI DAN KONDISI COVID-19	1075
MK-84	ANALISIS PENGHAMBAT KINERJA WASTE MANAGEMENT AKIBAT FAKTOR PEKERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG	1081
MK-85	PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PEMBANGUNAN PASAR OROBUA KABUPATEN MAMASA	1088
MK-86	BAK ADUK DAN WASHING BOX UNTUK PEKERJAAN FINISHING	1095
MK-87	IDENTIFIKASI DAN MITIGASI RISIKO PELAKSANAAN DED REVITALISASI KAWASAN DANAU BATUR, BALI	1105
MK-88	INVESTASI PERUMAHAN PURI MAHKOTA MUKTIWARI DI KABUPATEN BEKASI	1113
MK-89	ANALISIS RISIKO BIAYA DAN WAKTU AKIBAT RE_DESIGN PEKERJAAN KONSTRUKSI JALAN TOL DENGAN KONTRAK DESIGN AND BUILD (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN JALAN TOL RUAS PEKANBARU-PADANG SEKSI BANGKINANG-PANGKALAN TAHAP 1)	1123
MK-90	PENATAAN PEDAGANG KAKI LIMA UNTUK MEWUJUDKAN JEMBER SEBAGAI KOTA DESTINASI WISATA	1134
MK-91	DAMPAK PENERAPAN MANAJEMEN PROYEK PADA PERUSAHAAN KONTRAKTOR DI KABUPATEN MAMASA	1147
MK-92	ANALISA PERBANDINGAN PERHITUNGAN BIAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOW, SNI, DAN AHSP STUDI DI PEMBANGUNAN RUSUN BPKP KUPANG	1155
MK-93	EVALUASI PELAKSANAAN KONSTRUKSI DARI ASPEK BIAYA DAN WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN CRASHING METHOD	1162
MK-94	ANALISIS RISIKO LINGKUNGAN PADA PRA KONSTRUKSI PEMBANGUNAN	1172



KEAIRAN

KA-10	IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT DI DAERAH PESISIR PANTAI MERTASARI-SANUR DENGAN METODE VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING (VES)	1179
KA-11	STUDI ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI SETELAH PEMBANGUNAN PELABUHAN SANUR	1189
KA-13	OPTIMASI VOLUME TABUNG UDARA POMPA HIDRAM TERHADAP DEBIT AIR YANG DIHASILKAN	1197
KA-14	ANALISIS SIMULASI TINGGI MUKA AIR SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR	1203
KA-15	SIMULASI POLA SEDIMENTASI WADUK LEUWIKERIS	1211
KA-16	PENGELOLAAN MATA AIR DENGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA HIDROPANDE	1219
KA-17	ANALISIS HIDROLOGI RANCANGAN PADA SALURAN DRAINASE DI JALAN NAGASARI PENATIH DENPASAR	1225
KA-18	STUDI KOMPERATIF METODE WEIBULL DAN METODE FISHER-TIPPET TYPE 1 DALAM MENGHITUNG GELOMBANG DI PELABUHAN DONGGALA	1235
KA-19	PEMODELAN JALUR EVAKUASI BENCANA BANJIR PADA DESA-DESA YANG BERADA DI KECAMATAN LANGSA LAMA DAN LANGSA KOTA BERBASIS SIG (SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS)	1258
KA-20	KAJIAN KAPASITAS SUNGAI KUPANG KOTA PEKALONGAN TERHADAP DEBIT BANJIR	1265
KA-21	EVALUASI KETERSEDIAAN AIR WADUK LOGUNG UNTUK IRIGASI	1276
KA-22	OPTIMALISASI AIR SUMUR DALAM DI KECAMATAN SUKODONO, KABUPATEN SRAGEN	1285
KA-23	PENENTUAN SKALA PRIORITAS REHABILITASI JARINGAN IRIGASI PADA SALURAN SEKUNDER AMBULU, KABUPATEN JEMBER	1296
KA-24	OPTIMASI DAERAH IRIGASI CIMULU BERBASIS BANGKITAN DATA	1305
KA-25	PEMETAAN GARIS PANTAI DI WILAYAH PESISIR PULAU BALI DENGAN CITRA SYNTHETIC APERTURE RADAR	1314
KA-26	SIMULASI HIDROGRAF SATUAN SINTETIS UNTUK ANALISA KAPASITAS TAMPANG SUNGAI CILOSEH	1320
KA-27	PENGARUH SEDIMENTASI TERHADAP KINERJA SALURAN D.I BILA-KALOLA DESA KALOLA KECAMATAN MANIANGPAJO KABUPATEN WAJO	1329
KA-28	SIMULASI GENANGAN AKIBAT BANJIR ROB DI PESISIR UTARA JAKARTA	1336



INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN

LK-05	STUDI LITERATUR TENTANG SIKLUS HIDUP ENERGI DAN KARBON (LCEC) PADA SEKTOR KONSTRUKSI	1342
LK-07	ANALISIS SOSIAL EKONOMI PRASARANA PERUMAHAN KAVLING DI KAWASAN BANDUNG UTARA STUDI KASUS KAVLING GRAHA ISOLA	1350
LK-08	EVALUASI ESTIMASI EMBODIED ENERGY PADA STRUKTUR PERKERASAN JALAN FLYOVER WILAYAH MRANGGEN BERDASARKAN DUA METODE	1360



KA-15

SIMULASI POLA SEDIMENTASI WADUK LEUWIKERIS

Vittorio Kurniawan^{1*}, Wati Asriningsih Pranoto¹, dan Anugerah Tiffanyputri Kristiani¹

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta
e-mail: vkurniawan@ft.untar.ac.id

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta
e-mail: watip@ft.untar.ac.id

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta
e-mail: anugerah.tiffany@gmail.com

ABSTRAK

Angkutan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai, pada saat mencapai waduk akan mengendap dan mengisi kapasitas tampungan waduk. Selain memperkirakan laju sedimentasi, pertimbangan akan kemungkinan pola sedimentasi yang akan terjadi pada waduk merupakan bagian yang penting untuk dilakukan dalam perencanaan waduk. Asumsi umum yang sudah lama dilakukan namun keliru adalah menganggap bahwa seluruh sedimen akan mengendap pada bagian waduk dengan elevasi terendah dan menjadikan lokasi tersebut sebagai tampungan mati. Kekeliruan dalam perencanaan lokasi tampungan mati dan tampungan efektif dapat mengurangi manfaat waduk sebagai pengendali banjir dan pembangkit listrik dan pada akhirnya mempersingkat masa layan waduk. Studi ini berfokus pada simulasi pola sedimentasi pada Waduk Leuwikeris, Sungai Citanduy menggunakan HEC-RAS dengan durasi 50 tahun sesuai dengan masa layan waduk. Simulasi menggunakan data debit dan data angkutan sedimen yang disediakan oleh Sistem Informasi Hidrologi Wilayah Sungai Citanduy. Data gradasi sedimen menggunakan beberapa asumsi karakteristik sedimen yang umum dan juga dari data sekunder. Hasil simulasi menunjukkan kesesuaian antara gradasi sedimen dengan karakteristik pola sedimentasi delta yang konsisten dengan teori. Hanya sedimen halus saja yang dapat terangkut cukup jauh sampai ke bendungan sebelum mengendap. Sementara itu sedimen kasar akan mengendap secara cepat pada bagian inlet waduk sehingga mengisi kapasitas tampungan efektif yang seharusnya direncanakan untuk menampung air.

Kata kunci: Waduk, Sungai, Sedimentasi, HEC-RAS

1. PENDAHULUAN

Pembangunan bendungan pada aliran sungai yang membentuk waduk mengakibatkan kecepatan aliran yang masuk menurun sehingga sedimen yang terangkut dapat terdeposisi pada jangkauan pengaruh *backwater* (Vanoni et al., 2006). Selain mengangkut air, aliran sungai juga membawa sedimen yang jika mengendap di waduk akan mengurangi kapasitas waduk serta menurunkan fungsi waduk sebagai pengendali banjir, sumber air bersih, pembangkit listrik, dan pada akhirnya mempersingkat masa layan waduk (Brandt, 2000; Graf, 1984; A. Schleiss & De Cesare, 2010).

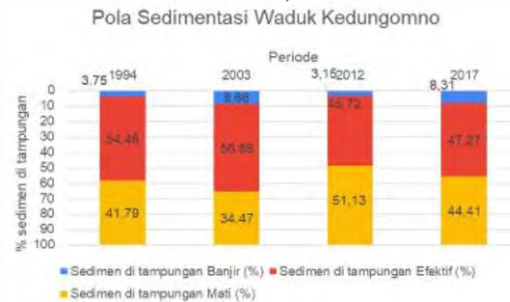
Tantangan utama yang dihadapi dalam perencanaan desain dan operasional waduk adalah sedimentasi. Apabila tidak direncanakan dan dikelola dengan saksama, seluruh waduk ditakdirkan akan mengalami masa layan yang lebih singkat dari yang diperkirakan akibat endapan sedimen. Besarnya jumlah masukan sedimen ke dalam waduk akan mengurangi kapasitas tampungan waduk, sehingga dalam perencanaan waduk harus mempertimbangkan laju angkutan sedimen untuk menentukan apakah masa layan rencana dapat tercapai untuk menjamin pembangunan waduk atau tidak (Nagy et al., 2002).

Persoalan lain yang harus diperhatikan setelah memperkirakan laju angkutan sedimen adalah dampak yang dapat ditimbulkan oleh pola deposisi sedimen terhadap masa layan dan operasional waduk (Strand & Pemberton, 1982). Memahami laju dan pola sedimentasi merupakan hal yang penting untuk memperkirakan perbaikan yang akan dibutuhkan, periode waktu yang dibutuhkan, dan strategi remediasi yang dapat diterapkan, sehingga distribusi sedimen pada waduk harus menjadi pertimbangan dalam perencanaan bendungan (Strand & Pemberton, 1982). Asumsi pola deposisi sedimen yang tidak tepat pada perencanaan bendungan memiliki dampak yang signifikan dalam perencanaan bendungan dan performa waduk dalam jangka panjang. Penentuan yang keliru dapat mengakibatkan perencanaan yang tidak ekonomis serta ketidaktepatan pada perkiraan kinerja waduk sebagai suplai air, pembangkit listrik dan pengendali banjir (Annandale et al., 2016).

Sedimentasi pada waduk umumnya dimulai dari sebelah hulu lalu memanjang ke arah hilir membentuk pola delta. Ini adalah observasi yang sangat penting dan harus diperhatikan dalam investigasi kelayakan proyek waduk dan bendungan. Ketidaktahuan akan distribusi spasial dari endapan sedimen pada waduk yang sampai sekarang masih sering terjadi adalah mengasumsikan bahwa sedimen akan mengendap tepat pada bagian hilir waduk dengan elevasi

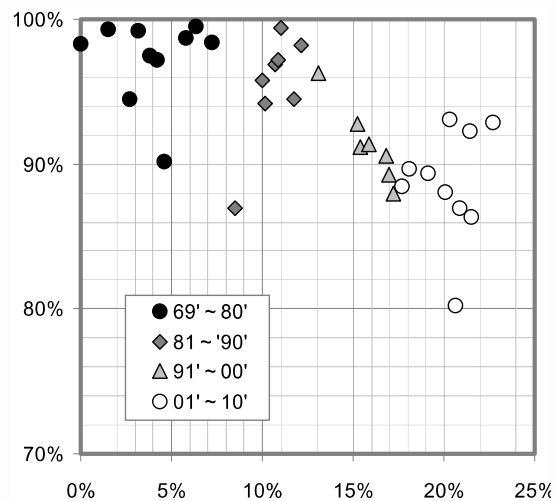
terendah. Berdasarkan asumsi ini, perencana bendungan secara keliru merencanakan lokasi tampungan mati pada bagian waduk terdekat dengan bangunan bendungan. Padahal pengendapan sedimen pada ruang tampungan efektif sama lazim dan umumnya terjadi dengan sedimentasi pada ruang tampungan mati. Hal ini mengakibatkan pertimbangan akan berkurangnya kapasitas tampungan efektif pada waduk menjadi penting untuk dilakukan dalam proses perencanaan dan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap fungsi waduk dalam ketahanan suplai air dan tenaga listrik, serta sebagai pengendali banjir (ICOLD, 2018).

Seperti pada Waduk Kedungombo, diketahui bahwa hanya sekitar 34-51% dari sedimen yang mengendap pada tampungan mati. Sementara 45-57% lainnya mengendap pada tampungan efektif, dan 3-8% sisanya mengisi tampungan banjir (Gambar 1) (Nasution & Wulandari, 2021).



Gambar 1 Distribusi Endapan Sedimen pada Waduk Kedungombo (Nasution & Wulandari, 2021)

Gambar 2 menunjukkan bahwa sedimentasi pengaruh sebenarnya berpengaruh pada operasi PLTA karena efisiensi penggunaan air menurun seiring dengan penurunan kapasitas tampungan efektif (Okumura & Sumi, 2012).



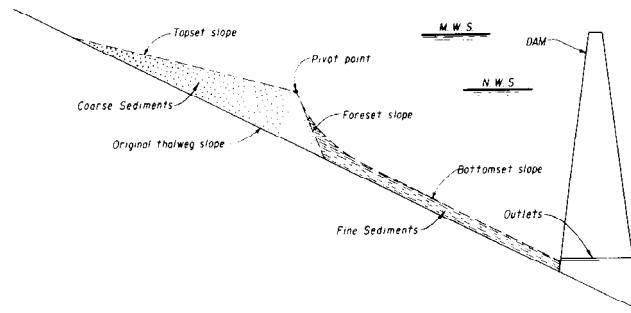
Gambar 2 Hubungan antara rasio sedimentasi pada tampungan efektif (sumbu x) dengan efisiensi penggunaan air pada waduk (sumbu y) (Okumura & Sumi, 2012)

Perbedaan kondisi hidrologi, beragamnya ukuran butiran sedimen, dan bentuk geometri waduk merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pola endapan sedimen pada waduk. Semakin besar jumlah masuknya sedimen dari anak sungai pada waduk, maka pola sedimentasi yang terjadi menjadi lebih kompleks (Annandale et al., 2016).

Zona distribusi spasial sedimen dapat dibagi menjadi tiga bagian utama: *topset reach*, *bottomset reach*, dan *foreset reach*. Bagian dasar *topset* dan *foreset* seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Sebagian besar terdiri dari sedimen kasar atau diketahui juga sebagai delta. Sementara bagian *bottomset* dari endapan tersusun atas sedimen halus dan memiliki kemungkinan terbentuknya kolam lumpur pada bagian hulu bendungan (Annandale et al., 2016).

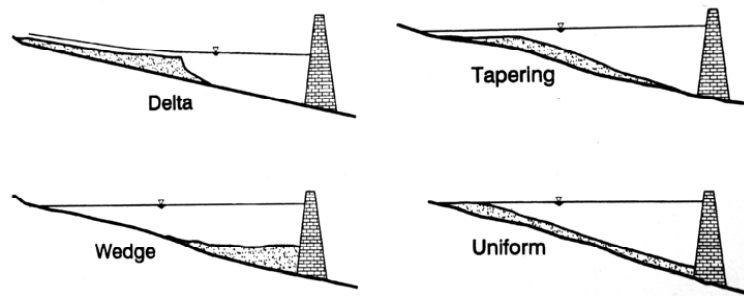
ion between sedimentation in active water use efficiency at C reservoir. In use efficiency means yearly ratio of large volume to total inflow volume. are distinguished by every ten years. cates that sedimentation actually opower plant operations since water lowering according to the decrease of ty. It is not only by sedimentation but r events such as change of operation and climate change.

in Table 5 were picked up to analyse relation between sedimentation in ty and water use efficiency which is



Gambar 3 Zona deposisi umum pada waduk (USBR, 1987)

Terdapat empat tipe pola sedimentasi yang umum dibedakan berdasarkan karakteristik sedimen yang masuk seperti ditunjukkan pada Gambar 4 (Morris & Fan, 1998).



Gambar 4 Pola deposisi sedimen memanjang pada waduk (Morris & Fan, 1998)

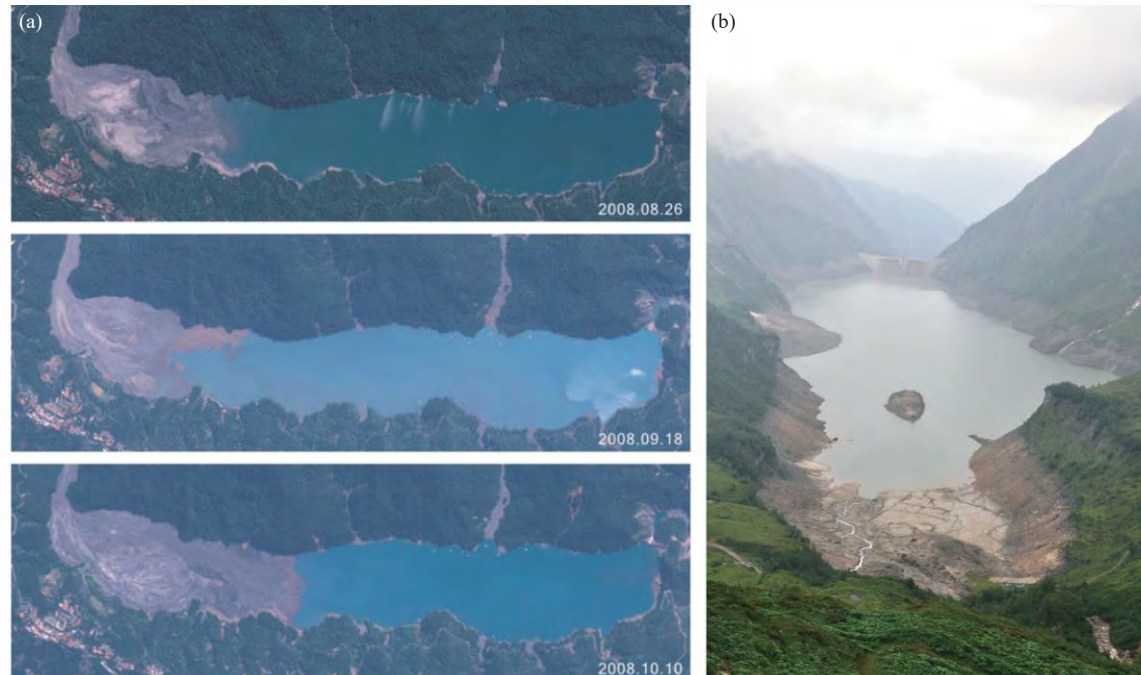
Delta deposit tersusun atas butiran sedimen kasar yang mengendap secara cepat pada zona aliran masuk dan dapat tersusun hanya dari sedimen kasar ($d > 0,062$ mm) atau mungkin terdapat kandungan sedimen lebih halus seperti lanau.

Tapering deposit terjadi pada saat deposit menjadi tipis secara bertahap semakin menuju bendungan. Pola ini umumnya ditemukan pada waduk panjang yang dioperasikan pada elevasi muka air genangan yang tinggi dan mengindikasikan deposisi sedimen halus yang progresif oleh air yang bergerak menuju bendungan.

Uniform deposit tidak sering ditemukan namun memungkinkan untuk dapat terjadi. Waduk yang sempit dengan perubahan elevasi muka air periodik dan rendahnya beban sedimen halus dapat menghasilkan pola endapan sedimen yang mendekati seragam.

Perambatan dari delta pada *foreset reach* yang terbentuk akibat sedimentasi, dipengaruhi oleh faktor hidrologi, morfologi sungai, dan karakteristik sedimen. Namun, perpanjangan delta dapat menimbulkan perubahan yang signifikan, seperti pada Waduk Wushe, Sungai Choushui, Taiwan. Terjadi penyebaran delta sebesar 15% dari panjang waduk total dalam dua bulan atau sepanjang 4,5 km (Lai & Capart, 2009).

Deposisi sedimen yang membentuk delta ke arah hulu waduk dapat terakumulasi melebihi ketinggian air normal. Proses ini tidak hanya meningkatkan elevasi air pada sungai, tetapi juga dapat menggenangi kawasan yang berbatasan dengan sungai (Trimble & Wilson, 2012).



Gambar 5 Perambatan delta yang terjadi pada Waduk Wushe, Sungai Choushui, Taiwan (Capart, 2008; A. J. Schleiss et al., 2016)

Wedge deposit terjadi paling tebal pada bendungan dan menjadi lebih tipis semakin ke hulu. Pola ini terjadi karena transpor dari sedimen halus menuju bendungan pada aliran dengan *turbidity current*.

Terbentuknya *turbidity current* pada dasar waduk yang mengarah ke bendungan pada aliran sebelumnya akan berhenti pada saat mencapai bendungan dan mengakibatkan mengendapnya sedimen layang. Sebuah fenomena yang banyak diamati pada beberapa waduk adalah bahwa sedimen halus sebagian besar mengendap di dekat struktur *intake* di sekitar bendungan (Schneider et al., 2012). Selain memenuhi waduk, endapan sedimen juga dapat menghalangi bangunan pengeluaran air dan berakibat pada abrasi peralatan hidromekanikal (Chamoun et al., 2017).

Namun, perlu diperhatikan bahwa pola sedimentasi ini jarang terjadi secara alami. Pada saat merencanakan tampungan mati, perencana seringkali mengasumsikan secara tidak tepat bahwa pola sedimentasi yang terjadi adalah *wedge deposit*. Terjadinya pola deposisi ini sangat jarang terjadi dan secara prinsip diakibatkan oleh dominasi *density current* dan tidak adanya sedimen dengan butir kasar yang masuk ke dalam waduk. Pola deposisi ini juga mungkin ditemukan pada bendungan kecil dengan debit sedimen halus yang tinggi dan pada waduk besar yang dioperasikan dengan muka air rendah pada saat terjadinya banjir yang berdampak pada Sebagian besar sedimen ikut terbawa pada daerah sekeliling bendungan (Annandale et al., 2016).

Studi ini berfokus pada simulasi pola sedimentasi pada waduk berdasarkan perbedaan gradasi sedimen layang menggunakan HEC-RAS. Simulasi dibuat berdasarkan kondisi Waduk Leuwikeris, Sungai Citanduy yang berlokasi di Kecamatan Cijeungjing, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat, dengan kondisi batas debit harian Sungai Citanduy tahun 2019 dan 2020, dan elevasi air rencana pada waduk. Waduk Leuwikeris direncanakan untuk memiliki usia layan 50 tahun dengan kapasitas tampungan mati sebesar 36,09 juta m³ pada elevasi +133.00 (PT. Waskita Karya (Persero) Tbk, 2019)

Keterbatasan pengumpulan data gradasi sedimen layang pada lokasi penelitian akibat adanya pandemi Covid-19 mengakibatkan tidak terdapatnya data gradasi sedimen layang yang tepat berada pada Waduk Leuwikeris. Sehingga dalam pemodelan pola sedimentasi digunakan 4 macam skenario yang diharapkan dapat menggambarkan dan memperkirakan pola sedimentasi yang terjadi pada waduk.

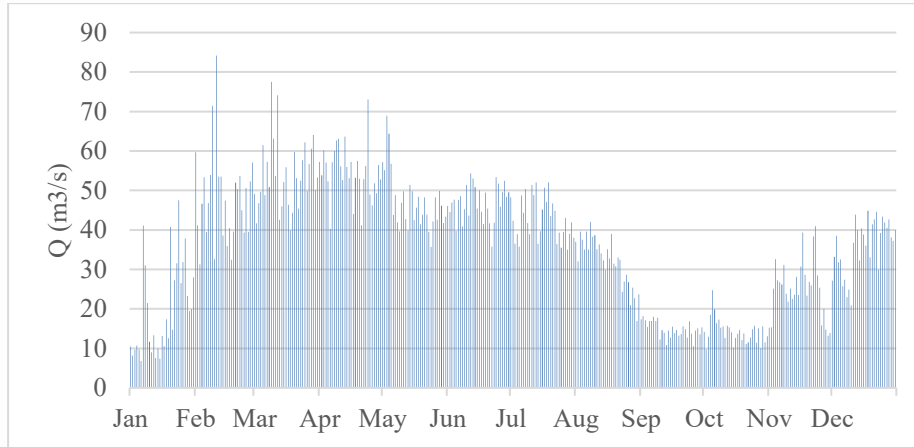
2. METODOLOGI PENELITIAN

Pola sedimentasi pada Waduk Leuwikeris, Sungai Citanduy dimodelkan mulai dari inlet waduk sampai ke bendungan menggunakan HEC-RAS dengan memasukkan data berupa geometrik sungai (alur sungai, penampang melintang dan memanjang sungai dan waduk), debit sungai dan sedimen layang harian, ketinggian muka air normal pada hulu bendungan, gradasi butiran sedimen dasar, dan sedimen layang.

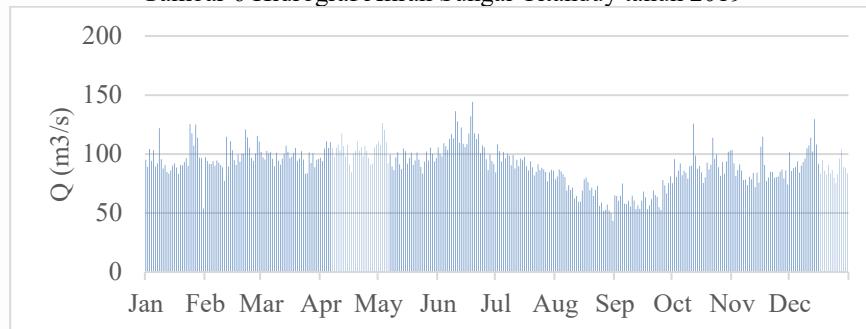
Metode yang digunakan untuk perhitungan hidraulika adalah *Quasi-unsteady flow* dan sementara metode Toffaleti (*field*) digunakan sebagai fungsi transpor sedimen.

Model menggunakan data debit sungai harian tahun 2019 (Gambar 6) dan 2020 (Gambar 7) dari Pos Duga Air Cirahong (-7,340 LU, 108,317 BT) (Gambar 8) dari Sistem Informasi Hidrologi Wilayah Sungai Citanduy sebagai kondisi batas hulu. Elevasi muka air normal pada hulu bendungan pada 0+150 M digunakan sebagai kondisi batas

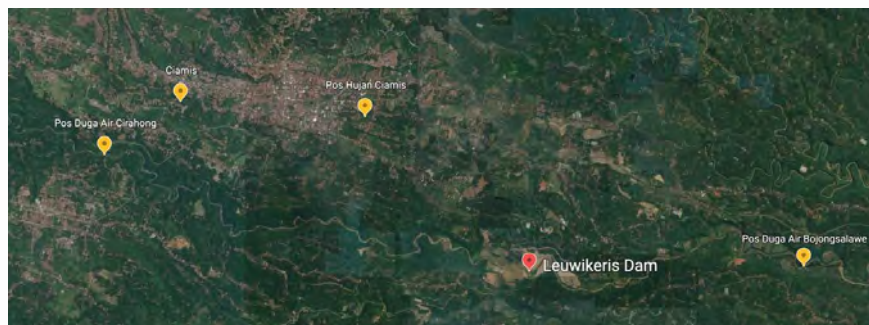
pada bagian hilir model. Suhu air pada Sungai Citanduy berkisar antara 25,17-33 °C (Saputra et al., 2017) sehingga pada model, temperatur diatur sebesar 27 °C. Kondisi batas sedimen menggunakan debit sedimen layang tahun 2019 (Gambar 9) dari Pos Duga Air Cirahong dan empat skenario gradasi sedimen layang (Tabel 1). Mengingat situasi pandemi yang membatasi pengambilan sampel, penulis menggunakan asumsi gradasi sedimen yang mungkin terjadi dan juga menggunakan data sekunder. Kuantitas sedimen yaitu *total load* menggunakan data primer yang disediakan oleh Sistem Informasi Hidrologi BBWS Citanduy.



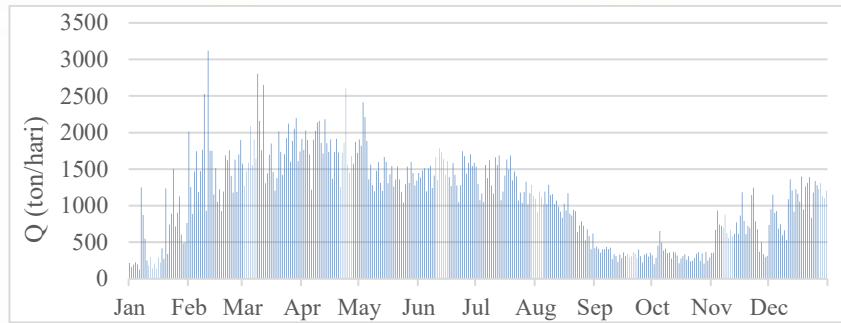
Gambar 6 Hidrograf Aliran Sungai Citanduy tahun 2019



Gambar 7 Hidrograf Aliran Sungai Citanduy tahun 2020



Gambar 8 Lokasi pos duga air dan bendungan



Gambar 9 Debit sedimen layang Pos Duga Air Cirahong Sungai Citanduy tahun 2019

Tabel 1 Kondisi Batas Gradasi Sedimen Layang

Gradasi Sedimen Layang	Pasir Seragam	Pasir dengan Lempung dan Lanau	Pasir Bergradasi Baik	Sedimen Layang Muara
Total Load (tonnes/day)	2010	2010	2010	2010
Clay (0.002-0.004)	-	10	-	3.28
Very fine silt (0.004-0.008)	-	10	5	0.7
Fine silt (0.008-0.016)	-	10	5	2.11
Medium silt (0.016-0.032)	-	10	5	2.11
Coarse silt (0.032-0.0625)	-	10	10	10.98
Very fine sand (0.0625-0.125)	20	10	12.5	9.33
Fine sand (0.125-0.25)	20	10	12.5	28.335
Medium Sand (0.25-0.5)	20	10	12.5	28.335
Coarse Sand (0.5-1)	20	10	12.5	4.65
Very Coarse Sand (1-2)	20	10	10	5.58
Very Fine Gravel (2-4)	-	-	5	2.59
Fine Gravel (4-8)	-	-	5	1.52
Medium Gravel (8-16)	-	-	5	0.48

Tabel 2 menunjukkan gradasi butiran sedimen dasar pada bagian tengah Sungai Citanduy yang terdiri dari *coarse silt*, *very fine sand*, *fine sand*, *medium sand*, dan *very coarse sand*.

Tabel 2 Gradasi butiran sedimen dasar Sungai Citanduy (Wibowo, 2013)

Grain Class	% Finer
Medium silt (0.016-0.032)	0
Coarse silt (0.032-0.0625)	1
Very fine sand (0.0625-0.125)	4
Fine sand (0.125-0.25)	6
Medium Sand (0.25-0.5)	82,5
Coarse Sand (0.5-1)	100

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

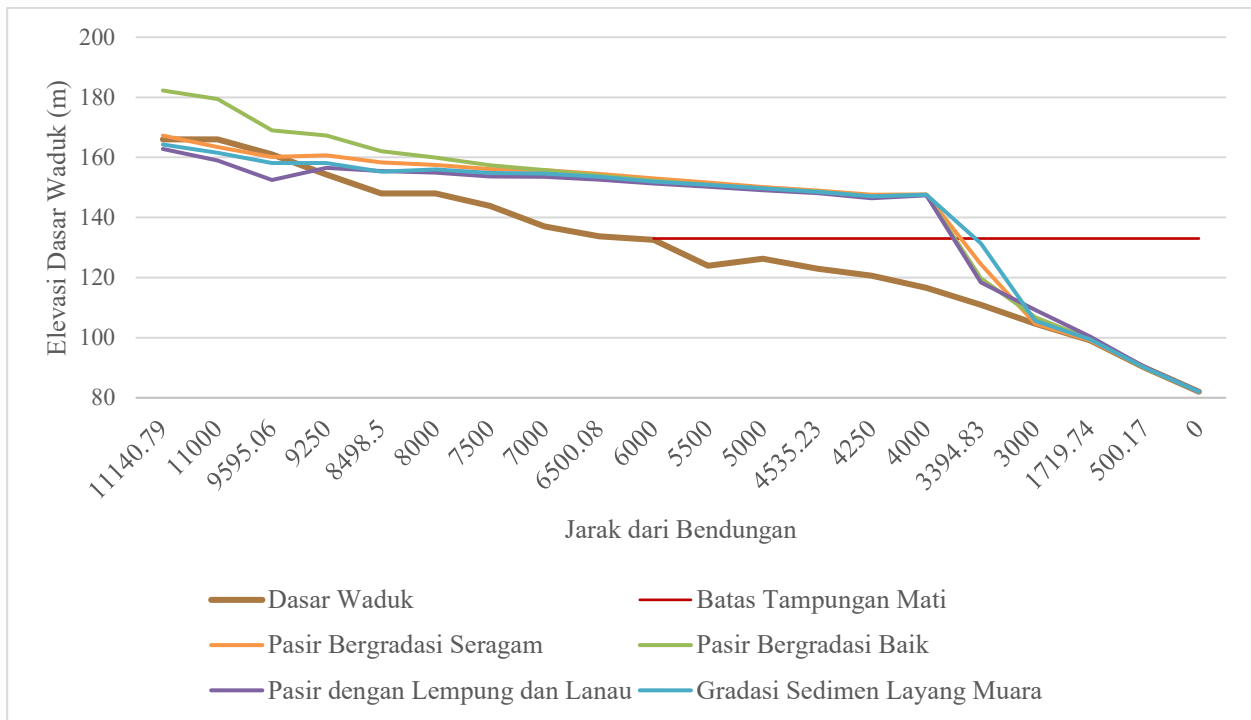
Hasil simulasi pola sedimentasi pada Waduk Leuwikeris selama 50 tahun yang ditampilkan pada Gambar 10 menunjukkan kesesuaian dengan ciri pola sedimentasi delta yang memiliki perubahan kemiringan signifikan pada bagian *topset* dan *foreset slope*. Selain itu, gradasi butiran sedimen pada Sungai Citanduy yang sebagian besar memiliki ukuran diameter lebih besar dari 0,0625 mm juga sesuai dengan karakteristik pola sedimentasi delta yang tersusun hanya dari sedimen kasar ($d > 0,062$ mm) yang mengendap pada bagian inlet waduk.

Gambar 10 juga menunjukkan distribusi endapan sedimen pada dasar waduk yang tersebar pada tampungan mati dan tampungan efektif.

Batas tampungan mati Waduk Leuwikeris direncanakan berada pada elevasi +133.00 dengan kapasitas sedimen 36,09 juta m^3 . Berdasarkan hasil simulasi, keterisian tampungan mati oleh sedimen hanya sebagian saja, sementara selebihnya mengendap pada bagian tampungan efektif. Terisinya tampungan efektif waduk dengan endapan sedimen akan mengurangi kemampuan waduk dalam menampung air sehingga mengganggu fungsi waduk sebagai pengendali banjir, sumber air bersih, dan pembangkit listrik.

Perbedaan antara hasil simulasi keempat pola sedimentasi terjadi pada bagian *topset reach* (inlet waduk) dan *bottomset*

reach (struktur bendungan). Hal ini terjadi akibat perbedaan persentase sedimen kasar (pasir dan kerikil) dengan sedimen halus (lempung dan lanau).



Gambar 10 Hasil simulasi pola sedimentasi pada Waduk Leuwikeris

Gerusan terbesar pada bagian *topset reach* terjadi pada model dengan persentase sedimen halus terbesar yaitu pada model pasir dengan lempung dan lanau. Pada simulasi dengan sedimen inlet waduk.

Pada *bottomset reach*, jenis sedimen yang terdeposisi hanya merupakan sedimen halus sehingga, simulasi dengan persentase sedimen halus terbesar (pasir dengan lempung dan lanau) menunjukkan ketebalan dan panjang *bottomset reach* yang paling besar. Sementara pada simulasi pasir bergradasi seragam, tidak terdapat sedimen dengan butiran halus, sehingga pada pola sedimentasi yang terjadi tidak terdapat *bottomset reach*.

Hal ini disebabkan karena semakin besar ukuran diameter sedimen, maka berat jenisnya semakin berat. Sehingga sedimen kasar yang memiliki ukuran butiran lebih besar akan mengendap terlebih dahulu pada bagian inlet waduk yang merupakan bagian dari tumpukan efektif waduk. Sementara sedimen halus yang lebih ringan, akan memiliki waktu melayang lebih lama untuk mencapai hilir waduk sebelum mengendap pada tumpukan mati waduk.

4. KESIMPULAN

Distribusi spasial endapan sedimen pada waduk dipengaruhi oleh gradasi sedimen dan debit aliran. Pola sedimentasi yang paling umum dan sering terjadi pada waduk adalah *delta deposit* karena pola ini tersusun atas komponen sedimen berbutir halus dan berbutir kasar. *Wedge deposit* terjadi hanya pada aliran *density current* dengan sedimen halus saja dan *uniform* serta *tapering deposit* hanya terjadi pada waduk dengan pola pengoperasian khusus.

Simulasi yang dilakukan dengan durasi 50 tahun menunjukkan kesesuaian antara gradasi sedimen dengan karakteristik pola sedimentasi yang paling umum terjadi yaitu *delta deposit*. Distribusi endapan sedimen tersebar pada tumpukan mati dan tumpukan efektif waduk menunjukkan bahwa terdapatnya komponen sedimen kasar yang mengendap pada bagian inlet waduk dan endapan sedimen halus pada bagian waduk terdekat dengan struktur bendungan.

5. SARAN

Salah satu keterbatasan dari penelitian yang dilakukan pada masa pandemi Covid-19 adalah tidak memungkinkannya peninjauan langsung ke lapangan, sehingga data-data yang digunakan merupakan data sekunder yang tidak tepat berada pada lokasi penelitian. Selain itu jumlah data yang tersedia juga sangat terbatas jumlah durasinya.

Penelitian lanjutan dari artikel ini diharapkan dapat melakukan survei langsung untuk pengambilan sampel sedimen dasar dan sedimen layang serta pemetaan bathimetri untuk menghasilkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Annandale, G. W., Morris, G. L., & Karki, P. (2016). *Extending the Life of Reservoirs*. International Bank for

Reconstruction and Development.

- Brandt, S. A. (2000). A review of reservoir desiltation. *International Journal of Sediment Research*, 15(3), 321–342.
- Capart, H. (2008). *Migration of a Gilbert-type delta into the Wushe reservoir, Central Taiwan*. Morphohydraulics Research Group.
- Chamoun, S., De Cesare, G., & Schleiss, A. J. (2017). Management of turbidity current venting in reservoirs under different bed slopes. *Journal of Environmental Management*, 204, 519–530. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.030>
- Graf, W. (1984). Storage losses in reservoirs. *International Water Power & Dam Construction*, 36(4), 37–40.
- ICOLD, C. (2018). *Twenty-Sixth International Congress on Large Dams/Vingt-Sixième Congrès International des Grands Barrages: 4th-6th July 2018, Vienna, Austria*. CRC Press.
- Lai, S. Y., & Capart, H. (2009). Reservoir infill by hyperpycnal deltas over bedrock. *Geophysical Research Letters*, 36(8).
- Morris, G. L., & Fan, J. H. (1998). *Reservoir Sedimentation Handbook*. McGraw-Hill Book Co.
- Nagy, I. V., Asante-Duah, K., & Zsuffa, I. (2002). Planning for Dams and Reservoirs: Hydrologic Design Elements and Operational Characteristics of Storage Reservoirs. In V. P. Singh (Ed.), *Hydrological Dimensioning and Operation of Reservoirs* (Vol. 39, pp. 29–60). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9894-1_3
- Nasution, I., & Wulandari, D. A. (2021). Dinamika Sedimentasi Waduk Kedungombo Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 106–118. <https://doi.org/10.31849/siklus.v7i2.7044>
- Okumura, H., & Sumi, T. (2012). *Reservoir Sedimentation Management in Hydropower Plant Regarding Flood Risk and Loss of Power Generation*. 6.
- PT. Waskita Karya (Persero) Tbk. (2019). *Leuwikeris Dam Construction Optimizing the Functions of the Citanduy River (In Indonesian: Pembangunan Bendungan Leuwikeris Optimalisasi Fungsi Sungai Citanduy)* (1st ed.). PT. Gading Media Utama.
- Saputra, O., Ihsan, Y. N., & Sari, L. P. (2017). Sedimentasi dan Sebaran Makrozoobentos di Kawasan Laguna Segara Anakan Nusakambangan, Cilacap. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, VIII(1), 26–33.
- Schleiss, A., & De Cesare, G. (2010). Physical model experiments on reservoir sedimentation. *Journal of Hydraulic Research*, 48(ARTICLE), 54–57.
- Schleiss, A. J., Franca, M. J., Juez, C., & De Cesare, G. (2016). Reservoir sedimentation. *Journal of Hydraulic Research*, 54(6), 595–614. <https://doi.org/10.1080/00221686.2016.1225320>
- Schneider, J., Harb, G., & Badura, H. (2012). Turbidity Currents in Reservoir. In *Encyclopedia of Lakes and Reservoirs* (pp. 769–776). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4410-6_258
- Strand, R. I., & Pemberton, E. L. (1982). *Reservoir Sedimentation Technical Guide for Bureau of Reclamation*. U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation.
- Trimble, S. W., & Wilson, B. (2012). Reservoir and Lake Trap Efficiency. In *Encyclopedia of Lakes and Reservoirs* (pp. 619–626). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4410-6_146
- USBR. (1987). *Design of Small Dams* (3rd Edition). United States Department of the Interior Bureau of Reclamation.
- Vanoni, V. A., American Society of Civil Engineers, & Environmental and Water Resources Institute (U.S.) (Eds.). (2006). *Sedimentation Engineering* (2nd ed). American Society of Civil Engineers.
- Wibowo, H. (2013). Analysis of Changes in River Cross Section Geometry Using HEC-6 to Assess Sediment Discharge on the Citanduy River in West Java (Analisa Perubahan Geometri Penampang Sungai Menggunakan HEC-6 untuk Menaksir Debit Sedimen pada Sungai Citanduy di Jawa Barat). *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 19(2), 7.



KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16



ISSN 2985-7007

