

**Prosiding**

**SIMPOSIUM NASIONAL  
TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR  
Abad ke-21**

**Volume 1, Januari 2021**



**SIMPOSIUM NASIONAL  
TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR**

**Inovasi Teknologi Infrastruktur  
Menuju Masyarakat yang Maju dan Tangguh**

**25-26 Januari 2021**

**Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan  
Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada**

Diselenggarakan oleh:



Bersama dengan:



Diselenggarakan Oleh  
DTSL FT UGM



UNIVERSITAS GADJAH MADA

Bersama



Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Institut Teknologi Bandung



Institut Pertanian Bogor



Universitas Diponegoro



Universitas Andalas



Universitas Trisakti



Universitas Hasanuddin



Universitas Bengkulu



Universitas Katolik Parahyangan



Universitas Udayana



Universitas Negeri Padang

## Didukung Oleh



## Disponsori Oleh



GEOSISTEM

intibeton



GEORFORCE INDONESIA  
geosynthetics engineering

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Prosiding “Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur (SNTI) Abad 21” ini berhasil diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah pada Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur (SNTI) yang diselenggarakan pada tanggal 25-26 Januari 2021.

Seiring berkembangnya pembangunan infrastruktur Indonesia, tujuan seminar ini adalah sebagai media diskusi juga untuk meningkatkan kontribusi para akademisi dan profesional dalam pengembangan teknologi infrastruktur yang terintegrasi, berdayaguna, dan berwawasan lingkungan. Terdapat banyak sumber bencana yang mengancam berbagai wilayah Indonesia sehingga upaya mitigasi dan pemulihan pasca bencana melalui pengembangan sistem dan infrastruktur adalah hal sensial yang perlu dilakukan dengan didukung pengetahuan teknologi yang holistik dan mudah diterapkan.

“Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur (SNTI) Abad 21”, mengajak kalangan untuk berbagi pengetahuan tentang ide, temuan, capaian, dan inovasi teknologi infrastruktur yang bermanfaat untuk mencapai kesejahteraan dan ketahanan bencana masyarakat Indonesia. Dalam hal ini, akademisi, praktisi, dan industri dalam bidang Teknik Sipil dan Lingkungan memiliki peran untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Terima kasih kami sampaikan kepada semua penulis yang telah menyumbangkan makalahnya dalam prosiding ini. Terima kasih pula kami sampaikan kepada seluruh dosen dan mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada yang telah terlibat dalam perencanaan dan penyelenggaraan seminar serta telah bekerja keras dalam pembuatan prosiding ini, baik dari segi naskah maupun tampilan yang disajikan secara apik. Kami mengucapkan mohon maaf bila terdapat kekeliruan dalam penerbitan prosiding ini. Kami berharap, seminar dan prosiding ini dapat berguna dan memberikan manfaat bagi banyak pihak, baik untuk sekarang maupun waktu yang akan datang.

Yogyakarta, Januari 2021

Ketua Panitia

**Angga Fajar Setiawan, S.T., M.Eng., Ph.D.**

## **STRUKTUR KEPANITIAAN**

**PENANGGUNG JAWAB** : Prof. Dr. Ir. Joko Sujono, M.Eng.

**PENGARAH** :

- 1) Ir. Ali Awaludin, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 2) Prof. Ir. Hrc. Priyosulistyo, M.Sc., Ph.D.
- 3) Prof. Ir. Sigit Priyanto, M.Sc.
- 4) Dr. Ir. Istiarto, M.Eng.
- 5) Dr. Ir. Budi Kamulyan, M.Eng.
- 6) Dr. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.

**PANITIA PELAKSANA** :

Ketua : Angga Fajar Setiawan, S.T., M.Eng., Ph.D.

Sekretaris : Endita Prima Ari Pertiwi, S.T., M.Eng., Ph.D.

Komite Paper :

- 1) Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D.
- 2) Arief Setiawan Budi Nugroho, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 3) Imam Muthohar, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 4) Dr. Inggar Septia Irawati, S.T., M.Eng.
- 5) Intan Supraba, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 6) Dr. Eng. Muhammad Zudhy Irawan, S.T., M.T.
- 7) Fikri Faris, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 8) Johan Syafri Mahathir Ahmad, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 9) Dr.Eng. Sito Ismanti, S.T., M.Eng.
- 10) Karlina, S.T., M.Eng., Ph.D.

Acara :

- 1) Ni Nepi Nyoman Marleni, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 2) Tantri Nastiti Handayani, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 3) M. Rizka Fahmi Amrozi, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 4) Kartika Nur Rahma Putri, S.T., M.T.
- 5) Nurul Alvia Istiqomah, S.T., M.Sc.

**DEWAN REDAKSI :**

- 1) Arief Setiawan B. N., S.T., M.Eng., Ph.D.
- 2) Dr. Inggar Septhia Irawati, S.T., M.T.
- 3) Intan Supraba, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 4) Angga Fajar Setiawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 5) Endita Prima Ari Pratiwi, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 6) Johan Syafri Mahatir, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 7) Dr. Eng. Sito Ismanti, S.T., M.Eng.
- 8) Karlina, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 9) M. Rizka Fahmi Amrozi, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 10) Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D.
- 11) Ali Awaludin, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 12) Imam Muthohar, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 13) Fikri Faris, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 14) Dr. Eng. Muhammad Zudhy Irawan, S.T., M.T.
- 15) Ni Nyoman Nepi Marleni, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 16) Tantri Nastiti Handayani, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 17) Kartika Nur Rahma Putri, S.T., M.T.
- 18) Nurul Alvia Istiqomah, S.T., M.Sc.
- 19) Faza Fawzan Bastarianto, S.T., M.Sc.(Eng)., M.Sc.
- 20) Dr.Eng.Ir.Eka Juliafad, ST.,M.Eng.,IPM
- 21) Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M.Eng
- 22) Dr. Gusta Gunawan, S.T., M.T.
- 23) Ade Sri Wahyuni, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 24) Lindung Zalbuin Mase, S.T., M.Eng., Ph.D.
- 25) Dr. Lisa Oksri Nelfia, S.T., M.T., M.Sc.
- 26) Dr. Ir. Bambang Endro Yuwono, MS
- 27) Dr. Eng. Rita Irmawaty, S.T., M.T.
- 28) Dr. Eng. Fakhruddin, S.T., M.T.
- 29) Dr. Chusnul Arif, STP., M.Si.
- 30) Dr. Eng. Heriansyah Putra, S.Pd., M.Eng.
- 31) Nidiasari, S.T., M.T.

- 32) Rina Yuliet, S.T., M.T.
- 33) Budijanto Widjaja, Ph.D.
- 34) Dr. Eng. Mia Wimala
- 35) Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.
- 36) Dr.-Ing. Bobby Minola Ginting
- 37) Tri Basuki Joewono, Ph.D.
- 38) Ir. Hera Widyastuti, M.T., Ph.D.
- 39) Dr. Eng. Januarti Jaya Ekaputri, S.T., M.T.
- 40) Bambang Pisceca, S.T., M.T., Ph.D.
- 41) Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.
- 42) Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T., M.T
- 43) I Putu Gustave Suryantara Pariartha, S.T., M. Eng.,  
Ph.D.
- 44) Ir. Teddy Theryo, MSCE, PE
- 45) Hartanto Wibowo, S.T., M.A.Sc., Ph.D, PE
- 46) Rijalul Fikri, S.T., M.Sc., Ph.D.
- 47) Chandra Setyawan, STP., M.Eng., Ph.D.
- 48) Dr. Faizal Wira Rohmat
- 49) Neil Andika, S.T., M.Sc.
- 50) Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc.
- 51) Raihan Pasha Isheka, S.T., M.Sc.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>STRUKTUR KEPANITIAAN</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
 <b>TEMA 1 – GREEN INFRASTRUCTURE AND MATERIAL ENGINEERING</b>	
Inovasi Beton Ringan dengan Limbah <i>Styrofoam</i> dan <i>Fly Ash</i> <b>T. B. H. Suntadi, C. Octavianus, E. D. Widjaja</b> .....	1
Perilaku Mekanik dan Ketahanan Beton Berbahan Pasir <i>Slag Nikel</i> dan <i>Fly Ash</i> <b>T. Priono, R. Irmawaty, Fakhruddin</b> .....	6
Pengujian Variasi Tipe Sambungan dengan Perekat Labur terhadap Kuat Geser Balok Bambu Laminasi <b>H. B. B. Kuncoro, Z. Darwis, D. Alwan</b> .....	12
Pemanfaatan Material Limbah <i>Plastic Optical Fiber (POF)</i> dalam Campuran Beton Normal Sesuai SNI 7656:2012 <b>P. R. Putrianti, A. A. Setiawan, P. Melati. R., N. Lyvia</b> .....	19
Analisa Kekuatan Sambungan pada Sistem Komposit LVL Kayu Nangka dengan Beton Pracetak <b>D. P. Sari, R. Wanara, Zulfiadi</b> .....	24
Pengaruh Penambahan Abu Batu Sebagai Pengisi sebagai Pengisi terhadap Kuat Tekan dan Pola Kerusakan pada Beton Tanpa Pasir <b>A. Setiawan, S. Winarno</b> .....	29
Compressive and Tensile Creep of Glued-Laminated Bamboo <b>Ngudiyono, B. Suhendro, A. Awaludin, A. Triwiyono</b> .....	35
Kinerja Bekisting Sistem (PERI) pada Pekerjaan Struktur Bunker Ruang Teleterapi <i>Linear Accelerator (LINAC)</i> : (Studi pada Rumah Sakit Umum Daerah Mangusada Badung) <b>I. G. L. B. Eratodi, A. Triwiyono</b> .....	41



Pengaruh Rongga dan Jarak Senggang pada Kekuatan Tekan Kolom Berlubang dengan Penampang Berbentuk Lingkaran	
<b>S. Hartawan, A. Triwiyono, Musliih, I. Satyarno</b> .....	48
Pemanfaatan Kulit Tanaman Pimping ( <i>Themeda Gigentea</i> ) untuk Meningkatkan Kuat Tarik dan Daktilitas Beton	
<b>A. Masdar, R. Junnaidy, A. Sagita</b> .....	53
Pemanfaatan Limbah Serbuk Kaca sebagai Bahan Tambah Sebagian dari Semen dalam Pembuatan Beton Normal	
<b>A. Pebrianto, H. A. Safarizki, Marwahyudi</b> .....	59
<i>Review</i> Karakteristik Baja Berdinding Tipis Akibat Beban Torsi	
<b>N. Arman, A. Saputra, S. Siswosukarto</b> .....	63
Aplikasi Bakteri sebagai Agen <i>Self-Healing</i> pada Beton	
<b>R. Z. Rahmawan, M. Fauzan, H. Putra</b> .....	69
Aplikasi Penggunaan Biji Asam Jawa ( <i>Tamarindus Indica L.</i> ) Sebagai Alternatif Pengganti Bahan Koagulan di IPA Bolon, PDAM Lawu Kabupaten Karanganyar	
<b>S. S. Pranadesta, R. Ermawati, N. N. N. Marleni</b> .....	76
Rekayasa Material Bata Kobel dalam Infrastruktur Bangunan Sipil Ramah Lingkungan Abad ke-21	
<b>C. L. Susilawati, I. W. Tyas, H. M. A. Sutoto</b> .....	82
Studi Pengaruh Agregat Plastik pada Beton dan Dampaknya Terhadap Lingkungan	
<b>A. A Mohsa, H. Putra</b> .....	89
Pemanfaatan Serbuk Limbah Batu Kapur dan Limbah Bata Ringan dalam Pembuatan <i>High Early Strength Sustainable Self Compacting Concrete</i>	
<b>C. Richardy, Evan, S. H. Sumali. H. Sugiharto</b> .....	95
<i>Review</i> Analisis Ketahanan Lentur pada Balok Baja Canai Dingin	
<b>S. Widayanti, A. Saputra, A. Triwiyono</b> .....	101
Pengaruh Limbah Serbuk Kayu terhadap Kuat Tekan Beton sebagai Bahan Tambah Pembuatan Beton Normal	
<b>A. D. Prasetyo, H. A. Safarizki, Marwahyudi</b> .....	107

Pengaruh Konsentrasi <i>Deltamethrin</i> terhadap Ketahanan Bambu Petung dan Peluang Aplikasinya pada Bambu Laminasi Perekat <i>Urea Formaldehyde</i>	
<b>T. N. Syaifuddin, I. S. Irawati, A. Awaludin</b> .....	112
Penentuan Konsentrasi <i>Deltamethrin</i> untuk Pengawet Bambu Petung dan Peluang Aplikasinya pada Bambu Laminasi Perekat <i>Polymer Isocyanate</i>	
<b>U. Azmy, I. S. Irawati, A. Awaludin</b> .....	118
 <b>TEMA 2 – EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL DYNAMIC</b>	
<i>Review</i> Karakteristik <i>Mechanical Properties</i> dari Mortar 3D <i>Printing</i>	
<b>F. W. Rivai, I. Satyarno, A. Aminullah</b> .....	125
<i>Review</i> Analisis Statik Nonlinear <i>Pushover</i> dalam Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung	
<b>A. A. Putra, S. Siswosukarto, B. Supriyadi</b> .....	131
Analisis Rasio Kestabilan Angin Dinamik Jembatan Gantung <i>Steel Box Girder</i>	
<b>A. N. Hafizh, B. Supriyadi, Muslikh</b> .....	138
Peningkatan Frekuensi Lantai Gedung untuk Menghindari Resonansi Akibat Beban Dinamik (Studi kasus Gedung Sleman City Hall Yogyakarta)	
<b>A. Andrestari, B. Supriyadi, S. Siswosukarto</b> .....	144
Kekakuan Kolom Persegi Beton Bertulang <i>Diretrofit</i> dengan <i>Wire Mesh</i> akibat Beban Siklik	
<b>H. M. Wuaten, H. Parung, A. A. Amiruddin, R. Irmawaty</b> .....	150
Studi Perilaku Gedung Baja Modular terhadap Beban Gempa akibat Perbedaan Jenis Sambungan Antar-modul	
<b>M. Lyman, L. F. Tjong, L. Eddy</b> .....	156
Pengembangan Respons Spektra pada Tanah Lunak di Jakarta	
<b>G. Aglia, S. D. Alvi, P. P. Rahardjo</b> .....	163
Analisis Data Mikrotremor terhadap Kekuatan Bangunan Terbengkalai di Surabaya	
<b>D.P. Dibiantara, A.F. Refani, M.S. Darmawan, Y. Tajunnisa, R. Arrafi</b> .....	169

Tinjauan Analisis Ketahanan Tekuk Kolom Baja Canai Dingin yang Dibebeani Secara Aksial <b>N. Z. Mangoda, A. Saputra, A. Awaludin</b> .....	175
Studi Eksperimen Nilai Redaman Pasangan Batu Bata dengan Mortar Campuran Kapur dan Bubukan Batu Bata <b>F. K. Bhara</b> .....	181
Uji Analisis Struktur Terhadap Ketahanan Gempa: Studi Kasus Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Semarang <b>H. Indarto, F. Hermawan</b> .....	188
Studi Perilaku Tekuk Material <i>Cold Formed Steel</i> (CFS) Profil C Tunggal dan Ganda Tersusun ( <i>Built-up</i> ) Akibat Beban Aksial <b>R. Amaliah, A. Saputra, A. Aminullah</b> .....	195
Perencanaan Struktur Gedung Apartemen 12 Lantai Berbentuk L di Surakarta <b>D. A. Saputri, H. A. Safarizki, Marwahyudi</b> .....	201
Efek Perubahan Nilai Modulus Elastisitas Pada Kinerja Portal Terbuka Beton Bertulang Mutu Tinggi akibat Beban Gempa <b>W. Perceka, H. H. Tjahjanto, M. Nagasastra</b> .....	207
Tanggap ( <i>Response</i> ) Dinamis Struktur Cerobong akibat Beban Gempa dengan Model Balok Kontinu <b>A. Dolu, I. G. M. Oka</b> .....	213
Hubungan Beban-Perpindahan dan Pola Retak pada Join Balok-Kolom Akibat Beban Siklik <b>H. Tumengkol, R. Irmawaty, H. Parung, A. A. Amiruddin</b> .....	220
<b>TEMA 3 – METODE TEKNIK KONSTRUKSI</b>	
Analisis Biaya Kemacetan Kendaraan Pribadi di Jalan Tamangapa Raya Kota Makassar <b>Mahyuddin, M. Hustim, M. Pasrah, A. N. Abdurrahman</b> .....	225

Kurva Belajar pada Pekerjaan Pondasi Dangkal yang Menggunakan Material Blok Beton <b>H. Nuryanto, S. Winarno</b> .....	231
Analisa <i>Qualitative Value for Money</i> pada Skema <i>Availability Payment</i> untuk Pengembangan Infrastruktur di Tingkat Kabupaten/Kota di Indonesia <b>Y. A. Tanne, I. Mahani, R. Z. Tamin</b> .....	237
Analisis Kerusakan Gedung SD Inpres Desa Asilulu Kabupaten Maluku Tengah dan Pengaruhnya terhadap Anggaran Biaya Pembangunan <b>A. Nanlohy, L. Leuhery, R. Nunumete</b> .....	243
Sumber Daya Manusia di Industri Konstruksi Periode 2011 s.d 2020: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktifitas Tenaga Kerja Konstruksi: Sebuah Tinjauan Sistematis <b>F. Fassa, A. Wibowo, A. Soekiman</b> .....	249
Manajemen Risiko di Industri Konstruksi Periode 2017 s.d 2020: Tinjauan Sistematis dan Analisis Konten <b>F. Fassa, A. Wibowo, A. Soekiman</b> .....	255
Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penerapan Konstruksi Berkelanjutan pada Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Likupang <b>D. Pangemanan, R. U. Latief, R. Arifuddin, S. Hamzah</b> .....	262
Faktor Penghambat Penerapan Jalan Hijau ( <i>Green Road</i> ) di Indonesia <b>M. Wimala, Y. L. D. Adiarto, R. Kusnadi</b> .....	268
Analisis Kelayakan Reaktivasi Jalur Kereta Api Madiun – Slahung <b>E. Yulie, S. Malkamah, I. Muthohar, S. Priyanto</b> .....	274
Tipologi Permasalahan Audit Bangunan Publik Berbasis Data Historis <b>F. Hermawan, I. L. Nafiadi, P. A. Yamadevira, H. Indarto, H. L. Wahyono</b> .....	278
Konsep Re-desain Stasiun Peralihan Antara (SPA) Gedebage Kota Bandung <b>I. M. W. Widyarsana, N. Fildzah</b> .....	284
Erection Process of a Long Span Arch Steel Truss Roof Structure: Preparation, `Execution, and Evaluation <b>B. D. P. Armeidan, M. F. Darmawan, A. Kurniawan, A. F. Setiawan</b> .....	290

Inovasi *Platform Online* dan Mandat Hukum Transparansi Penyediaan Infrastruktur dengan *CoST Approach*

**D. Yustiarini, B. W. Soemardi, K. S. Pribadi**..... 295

#### **TEMA 4 – URBAN DEVELOPMENT FOR DISASTER MITIGATION AND RECOVERY**

Perencanaan Sistem Penyediaan Air Baku Berbasis Masyarakat di Padukuhan Ketangi, Banyusoco, Playen, Gunung Kidul

**E. P. A. Pratiwi, S. Ismanti, Y. Haroki, A. M. Emilidardi**..... 301

Identifikasi Pola Persebaran Air Lindi (*Leachate*) di TPST Piyungan Menggunakan Metode Geolistrik dan Pemetaan Topografi

**H. A. Kusumawati, I. Supraba, H. Sutanta**..... 308

Implementasi *Agent Based Modelling (ABM)* dalam Mengamati Respon Pergerakan Pengguna Gedung Dekanat Teknik Universitas Bengkulu Saat Evakuasi Bencana Gempa Bumi pada Masa Pandemi

**W. Fitriani, Hardiansyah, L. Z. Mase** ..... 314

Konsep Rehabilitasi dan Revitalisasi TPA Temesi di Kabupaten Gianyar

**I. M. W. Widayarsana, N. Fildzah** ..... 320

Pola Sebaran Layanan Pengangkutan Sampah di Kota Tangerang

**I. D. Irawan, I. Muthohar, M. Z. Irawan** ..... 327

Evaluasi Fungsi Ekologis Ruang Terbuka Hijau pada Jalur Hijau Jalan di Khatib Sulaiman Kota Padang

**Yosritzal, M. R. Nugraha**..... 333

Pemetaan Banjir dengan Model RRI (*Rainfall-Runoff Inundation*) di Sub DAS Karang Mumus Provinsi Kalimantan Timur

**R. Perdana, F. Nurrochmad, Karlina** ..... 339

Road Traffic Forecasting in Terms of Saturation Degree using Route Selection: A Case Study of Probolinggo – Banyuwangi Toll Road

**G. J. Velantika, A. S. B Nugroho, I. Muthohar** ..... 345

Respon Sistem Drainase Kota Padang Akibat Perubahan Tata Guna Lahan di Kawasan Air Pacah	
<b>U. I. Suri, B. S. Wignyosukarto, R. Jayadi</b> .....	351
Potensi Dinding Bangunan dengan Bata <i>Interlocking</i>	
<b>Z. A. Rachman, E. Juliafad</b> .....	357
Studi Kebijakan Penyesuaian Volume Tampungungan pada Rencana Kawasan Terbangun dengan Memperhitungkan Kondisi Drainase Saluran Persil Diluar Kawasan (Kajian Studi Kota Surabaya)	
<b>M. H. Imaaduddiin, I. Saud, S. K. Azis, R. F. Indriani</b> .....	362
Analisa Potensi Likuifaksi di Pesisir Barat Provinsi Sumatera Barat Menggunakan Metode Resistivitas Geolistrik	
<b>H. Mutmainah, W. A. Gemilang, N. A. S. Purwono</b> .....	369
Pemanfaatan Komputasi Paralel untuk Mitigasi Bencana Banjir	
<b>B. M. Ginting</b> .....	376
 <b>TEMA 5 – SISTEM DAN TEKNIK TRANSPORTASI</b>	
Simulasi Antrian pada Pintu Keberangkatan Terminal Keberangkatan Bandara Sultan Hasanuddin Makassar	
<b>A. Kusuma, S. H. Aly, S. A. Adismita, S. Rauf</b> .....	382
Pengaruh Penerapan <i>Ramp Metering System</i> terhadap Volume Lalu Lintas Jalan Bebas Hambatan	
<b>D. Asmarani, S. Priyanto, M. Z. Irawan</b> .....	389
Potensi Pemanfaatan Tanah Ong dari Kabupaten Kotawaringin Barat sebagai Material Lapis Pondasi Jalan	
<b>S. M. Lasari, S. H. T. Utomo, L. B. Suparma</b> .....	394
Evaluasi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas melalui Metode Bina Marga pada Area Kesehatan (Studi Kasus: Rumah Sakit Awal Bros Panam, Pekanbaru)	
<b>M. Z. Muttaqin, Wanit JJ</b> .....	400

Model Estimasi Emisi CO <sub>2</sub> Kendaraan Berbahan Bakar Bensin dan Solar di Indonesia <b>W. Anggoro, I. Muthohar, S. Malkhamah</b> .....	404
Pengaruh Penerapan Pembatasan Kendaraan Sepeda Motor terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus Jl. M.H. Thamrin Jakarta) <b>I. A. Nugraha, I. Muthohar, L. B. Suparma</b> .....	411
Development of Access and Transportation Services to Raden Inten II Airport in Lampung <b>R. Sulistyorini</b> .....	417
Kajian Eksperimental Aspal Buton Lawele Substitusi Aspal Minyak Pertamina Penetrasi 60/70 untuk Campuran AC-WC <b>F. Chairuddin, G. M. Pongmari</b> .....	423
Analisis Model Hubungan Guna Lahan dan Transportasi di Kota Samarinda <b>S. R. P. Gaby, D. Ansusanto</b> .....	429
Analisis Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Jenderal Sudirman, Jetis, Yogyakarta <b>S. D. T. Manja</b> .....	435
Kajian Pemahaman Masyarakat terhadap Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan <b>A. Kusumawati, K. N. S. Ayuningtyas, A. N. Zahiyah</b> .....	441
Analisis Karakteristik Perjalanan Komuter Pegawai Negeri Sipil di Kota Makassar <b>M. I. Sabil, M. I. Ramli, S. A. Adisasmita, M. Pasra</b> .....	448
Pengaruh Pengembangan Kawasan TOD di Stasiun LRT Jabodebek terhadap <i>Ridership</i> Moda LRT (Lintas Cawang-Bekasi) <b>A. Wirawan, S. Priyanto, I. Muthohar</b> .....	454
Penerapan <i>Barrier Free Access</i> dengan Skema <i>Transit Joint Development</i> pada Kawasan TOD Lebak Bulus, Jakarta <b>F. N. Prasetyo, S. Priyanto, I. Muthohar</b> .....	459

Desain Fasilitas Pejalan Kaki untuk Menghubungkan Stasiun MRT Istora Mandiri dengan Halte Transjakarta Gelora Bung Karno	
<b>M. A. Wicaksono, I. Muthohar</b> .....	465
Sistem Multi Bandara pada Hub Bandar Udara di Provinsi Kalimantan Timur dengan MADAM	
<b>Tukimun, S. A. Sasmita, I. Ramli, R. U. Latief</b> .....	471
Analisis Pengaruh Karakteristik Pengguna Ojek <i>Online</i> terhadap Frekuensi Penggunaannya di Kawasan Perkotaan Yogyakarta	
<b>M. I. H. Kamal, M. Z. Irawan, Dewanti</b> .....	477
Kajian Efektivitas Halte Bus BRT Transjateng Purwokerto	
<b>Juanita, B. Prastio</b> .....	482
Pengaruh Variasi Mutu Beton terhadap <i>Interface Shear Strength</i> antara <i>Rigid Pavement</i> dan AC-WC	
<b>P. D. Marsela, M. F. Siswanto, L. B. Suparma</b> .....	488
Pengaruh Rendaman Air pada Kinerja Campuran AC-WC Menggunakan <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> (RAP)	
<b>T. Iduwin, D. P. Purnama, R. Hidayawanti</b> .....	494
Analisis Lajur Khusus Sepeda Motor pada Ruas Jalan Tol Bali Mandara	
<b>K. D. Nursanjaya, M. Z. Irawan, S. Priyanto</b> .....	500

## **TEMA 6 – SUSTAINABLE WATER RESOURCES MANAGEMENT**

Pengolahan Air Limbah Pemukiman Secara Komunal (Studi Kasus : Keluaran Pejagoan, Kebumen)	
<b>E. Riyanto, A. Setiawan, A. R. Darajat</b> .....	504
Dampak Penggunaan <i>Riffle-Pool</i> terhadap Penggerusan pada Bagian Hilir Bendung	
<b>S. Teofilus</b> .....	511
Evaluasi Kelayakan Ekonomi pada Jaringan Irigasi Berbasis Biaya Siklus Hidup (Studi Kasus pada Jaringan Irigasi Guntur, Kedondong, dan Kali Duren di Purworejo)	
<b>M. Taufik, S. Winarno</b> .....	517



Pemetaan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) pada Sungai-Sungai Tidak Terukur melalui Penerapan Model Hidrologi dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus di Daerah Aliran Sungai Serayu Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah)	
<b>Y. Suwarno, J. Suryanta</b> .....	524
Distribusi Kecepatan Gesek Akibat Struktur Peredam Energi pada Aliran Seragam Saluran Terbuka	
<b>I. Widyastuti, M. A. Thaha, R. T. Lopa, M. P. Hatta</b> .....	530
Penilaian Tingkat Pencemaran Logam Berat Sedimen Waduk Saguling Provinsi Jawa Barat	
<b>E. Wardhani, D. Roosmini, S. Notodarmojo</b> .....	536
Penentuan Lokasi IPAL Ternak di Sungai Saddang	
<b>R. O. Tarru, S. Baja, F. Maricar, R. T. Lopa</b> .....	543
Kajian Hidrologi Metode Hidrograf Nakayasu untuk Rancangan Embung di Kawasan Industri JIPE Gresik	
<b>R. F. Indriani, M. Hafiizh, W. Utama</b> .....	550
Estimasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode Empiris di Pantai Zakat	
<b>R. B. Henkuswara, Besperi, G. Gunawan</b> .....	555
Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Debit Tersedia dan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Bendung Air Manjuntjo	
<b>N. T. Dinanti, F. Nurrochmad, E. P. A. Pratiwi</b> .....	561
Pemodelan Perubahan Garis Pantai Bengkulu (Studi Kasus Pantai Tapak Paderi Bengkulu)	
<b>F. Andini, Besperi, G. Gunawan</b> .....	567
Studi Pengaruh Tinggi Silinder Pori Terhadap Debit Infiltrasi pada Saluran Drainase Bersilinder Pori	
<b>F. D. Sindagamik, S. Antaria, Nenny</b> .....	573

Penentuan Nilai k (Koefisien Infiltrasi Horton) dengan Cara Pengukuran yang Berbeda untuk Koefisien Abstraksi <b>I. Kusuma, D. N. Khaerudin</b> .....	579
Perancangan dan Evaluasi Kinerja Sistem Lumpur Aktif IPAL Toilet <i>Wisdom Park</i> UGM dalam Mengurangi COD dan Nitrogen <b>O. Y. Setyapeni, S. P. Saraswati, J. S. M. Ahmad</b> .....	586
<i>Review</i> Penanganan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan <b>I. K. Nuraga</b> .....	592
Detail Perancangan Unit Sedimentasi Primer untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Produk Rumah Tangga <b>A. Wirayudhatama, F. R. Ismail, A. Sugiarto, A. Kurniawan</b> .....	598
Perhitungan Status Mutu Air Sungai Cisangkan Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat <b>Rosmeiliyana, E. Wardhani</b> .....	604
<b>Analisis Dampak Limbah Domestik terhadap Kualitas Air Sungai Cibeureum, Kota Cimahi</b> <b>Y. I. Hermawan, E. Wardhani</b> .....	611

## **TEMA 7 – MITIGASI BENCANA GEOTEKNIK**

Analisis Potensi Likuifaksi Pada Area Wisata Danau Dendam Tak Sudah, Kota Bengkulu <b>S. L. Zain, H. Safira, S. Agustina, L. Z. Mase, Hardiansyah</b> .....	617
Analisis Respon Seismik dan Potensi Likuifaksi Berdasarkan Konsep Perambatan Gelombang Seismik dan <i>Simplified Energy</i> di Universitas Bengkulu <b>S. Agustina, L. Z. Mase, Hardiansyah</b> .....	623
Analisa Numerik Perkuatan Lereng dengan Menggunakan Barisan Tiang Pancang dan Cerucuk pada Tanah <i>Clay Shale</i> di Kalimantan <b>I. T. Pratama, A. Y. Arif</b> .....	629

Penggunaan <i>Ground Anchor</i> Sebagai Solusi Aplikatif Stabilitas Lereng Berdasarkan Simulasi Numerik	
<b>A. W. Kurniawan, A. Rifai, S. Ismanti, M. Adriyati, F. Purwoko</b> .....	636
Perbaikan Tanah menggunakan Biopolimer <i>Guar Gum</i> pada Tanah Pasir Lepas	
<b>A. Lim, F. Wiwarsono</b> .....	642
Metode <i>Bio-mediated Soil Improvement</i> untuk Perbaikan Tanah yang Berkelanjutan	
<b>P. G. Oktafiani, H. Putra</b> .....	648
Studi Pengaruh Penambahan <i>Zeolite Sangkoropi</i> sebagai Bahan Stabilitas Material Tanah Lunak	
<b>N. Marfu'ah, T. Harianto, R. Irmawaty, A. B. Muhiddin</b> .....	654
Python Application in Geotechnical Engineering Practices-A Review	
<b>B. A. Yogatama, B. A. Tirta</b> .....	661
Analisis Efek Vakum Konsolidasi Terhadap Pondasi Tiang Pancang Eksisting	
<b>Z. Gusnadi, P. P. Rahardjo, A. Lim</b> .....	670
Analisis Potensi Likuefaksi <i>Underpass</i> Bandara YIA dengan Simulasi Numeris	
<b>N. H. Khatiman, A. Rifa'i, S. Ismanti</b> .....	676
Evaluasi dan Optimasi Dinding Penahan Tanah Desa Sulangai, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung, dengan Perkuatan <i>Ground Anchor</i>	
<b>I. R. Mulyawan</b> .....	683
Analisis Kapasitas Dukung <i>Bored Pile</i> Berdasarkan Uji Laboratorium dan Uji Lapangan Pada Jembatan Buloila Besar Kecamatan Sumalata Provinsi Gorontalo	
<b>F. Achmad</b> .....	690
Pengaruh <i>Slurry</i> Air Kapur terhadap Indeks Plastisitas Tanah Ekspansif	
<b>D. Pinasang, T. Harianto, A. B. Muhiddin, A. A. Amiruddin</b> .....	696

# Analisis Dampak Limbah Domestik Terhadap Kualitas Air Sungai Cibeureum, Kota Cimahi

Y. I. Hermawan\*, E. Wardhani

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung, INDONESIA

\*Corresponding author: yanfairhamhermawan@gmail.com

## INTISARI

Sungai Cibeureum telah tercemar salah satu sumbernya dari kegiatan domestik. Hal tersebut terjadi karena sungai ini melewati pemukiman padat di Kota Cimahi yang belum dilengkapi dengan sistem pengelolaan air limbah domestik yang baik. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air Sungai Cibeureum di musim pancaroba, kemarau, dan hujan sesuai dengan data yang diperoleh dari Pemerintah Kota Cimahi Jawa Barat. Baku mutu yang dipergunakan yaitu PP 82/2001 kelas II. Pengukuran kualitas air dilakukan pada tiga titik sampling yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir. Berdasarkan hasil penelitian, sektor domestik merupakan sumber pencemar paling dominan terlihat dari tingginya kandungan total coli dan fecal coli di air sungai. Beban pencemar merupakan perkalian antara debit sungai terukur dengan konsentrasi setiap parameter. Berdasarkan perhitungan, hampir semua beban pencemar aktual melebihi beban pencemar maksimum di berbagai musim. Beban pencemar utama yang perlu diturunkan untuk parameter TSS sebesar 97-32.846 kg/hari, BOD sebesar 249-11.944 kg/hari, COD sebesar 169-38.071 kg/hari, Phosphat sebesar 16,17-94,82 kg/hari, Pb sebesar 1,04-1,84 kg/hari, Zn sebesar 0,08-26,38 kg/hari, Nitrit sebesar 3,18-104,99 kg/hari, klorin bebas sebesar 0,14-10,37 kg/hari, minyak dan lemak sebesar 0,97-76,93 kg/hari, fenol sebesar 0,38-15,34 kg/hari, dan detergen sebagai MBAS sebesar 40,54-1.122 kg/hari.

Kata kunci: Cibeureum, Cimahi, Beban Pencemar, Domestik

## 1 PENDAHULUAN

Resiko sanitasi akibat dari aktivitas domestik di Kota Cimahi termasuk kategori tinggi-sangat tinggi. Kelurahan Melong di Kecamatan Cimahi Selatan termasuk kategori resiko sanitasi sangat tinggi. Kelurahan ini termasuk ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibeureum. Berdasarkan status mutu air Sungai Cibeureum tergolong ke dalam kondisi tercemar berat (Yasya dan Juwana, 2019). Sungai Cibeureum merupakan salah satu anak Sungai Citarum. Berdasarkan klasifikasi peruntukannya, termasuk kelas II yaitu sungai yang diperuntukan untuk sarana rekreasi air, pembudidayaan air tawar, peternakan, dan pengairan air irigasi (PerDa Jawa Barat No.39/ 2000). DAS Cibeureum meliputi Kelurahan Cibeureum dan Melong Kota Cimahi dan Kelurahan Cijerah Kota Bandung. Berdasarkan Rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kota Cimahi tahun 2012-2032, peruntukan Kelurahan Cibeureum dan Melong sebagian besar termasuk ke dalam kawasan dengan kepadatan penduduk tinggi dan sebagian kecil untuk kawasan industri. Menurut RTRW Kota Bandung tahun 2011-2031, peruntukan Kelurahan Cijerah sebagian besar untuk kawasan kepadatan penduduk tinggi dan sebagian lainnya termasuk kawasan perdagangan.

Tekanan lingkungan yang tinggi di DAS Cibeureum menyebabkan sungai ini memberi kontribusi beban pencemar yang besar ke Sungai Citarum. Salah satu tujuan program Citarum Harum yang dicanangkan pemerintah yaitu melakukan perhitungan beban pencemaran air sungai di semua anak Sungai Citarum. Sampai saat ini Sungai Citarum termasuk kategori tercemar berat sehingga harus segera diupayakan perbaikan kualitasnya (Rachmaningrum, 2015). Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui beban pencemar sehingga dapat diketahui seberapa besar beban pencemar Sungai Cibeureum yang perlu diturunkan. Penelitian sejenis telah dilakukan di Sungai Citarik yang merupakan anak Sungai Citarum (Eka Wardhani dan Sulistiowati, 2018). Berdasarkan penelitian tersebut kontribusi beban pencemar dominan yaitu aktivitas domestik dan industri.

## 2 METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cimahi tahun 2019. Data yang diperoleh dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 (PP No. 82/ 2001). tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air baku mutu kelas II. Analisis dilakukan untuk mengetahui parameter kunci yang melebihi baku mutu. Pengukuran kualitas air dilakukan pada tiga titik *sampling* yaitu hulu,

tengah dan hilir Sungai Cibeureum dengan kondisi musim pancaroba, kemarau dan hujan. Perhitungan beban pencemar pada sektor domestik menggunakan rumus yang berlaku. Lokasi titik sampling disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi titik *sampling* dan kondisi lingkungannya (*Google Earth*, 2020)

Segmen	Lokasi Titik Sampling	Kondisi
Hulu	06°54' 37,45'' S dan 107°34' 07,31'' E (Kelurahan Cibeureum dan Cijerah)	Merupakan kawasan padat penduduk, terdapat beberapa pipa saluran buangan yang langsung mengarah ke sungai. terdapat industri print kaos, tempat laundry.
Tengah	06°55' 09,7'' S dan 107°33' 55,5'' E (Kelurahan Melong dan Cijerah)	Merupakan kawasan padat penduduk, bangunan berbatasan langsung dengan sungai, terdapat bengkel, toko bahan bangunan, pertanian, steam mobil.
Hilir	06°54' 55,5'' S dan 107°33' 42,9'' E (Kelurahan Melong dan Cijerah)	DAS didominasi kawasan industri, seperti pabrik suku cadang mobil, pabrik tekstil. Permukiman penduduk dengan kepadatan tinggi berada di sekitar DAS.

Perhitungan beban pencemar mengacu kepada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 tahun 2003 (KepMenLH No115/ 2003). tentang pedoman penentuan status mutu air. Beban pencemaran merupakan berat suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah dalam satuan berat dibagi waktu. Beban pencemar dibagi menjadi dua yaitu Beban Pencemar Maksimum (BPM) adalah beban pencemaran yang diperbolehkan di suatu sungai berdasarkan peruntukannya. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi awal sungai tanpa adanya masukan sumber pencemar. Perhitungan BPM disajikan pada Persamaan 1.

$$BPM = Q \times C_{BM} \quad (1)$$

BPM dalam satuan kg/hari merupakan hasil kali dari debit terukur ( $m^3/detik$ ) dengan konsentrasi untuk parameter tertentu sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan (mg/Liter). Kedua, Beban Pencemaran Aktual (BPA) adalah beban pencemaran yang dihasilkan di suatu sungai pada saat kondisi eksisting dengan rumus disajikan pada Persamaan 2.

$$BPA = Q \times C_M \quad (2)$$

BPA dalam satuan kg/hari adalah hasil perkalian antara debit terukur ( $m^3/detik$ ) dengan konsentrasi aktual hasil pengukuran untuk parameter tertentu (mg/Liter). Selisih antara BPM dengan BPA menghasilkan data apakah sungai masih mampu menampung atau telah melebihi beban pencemarnya.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Cibeureum memiliki debit pada musim pancaroba antara 0,78-1,96  $m^3/detik$ , kemarau 0,23-3  $m^3/detik$  dan hujan 0,16-1,68  $m^3/detik$ . Analisis kualitas air Sungai Cibeureum setelah dibandingkan dengan PP No. 82/ 2001 ditampilkan pada Tabel 2. Tabel tersebut hanya menampilkan parameter yang melebihi baku mutu.

Musim pancaroba, terjadi peningkatan konsentrasi BOD dan COD pada titik hulu menuju tengah, lalu diikuti penurunan konsentrasi DO. Hal ini terjadi karena, oksigen terlarut akan digunakan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi materi organik, sehingga konsentrasi BOD menjadi tinggi sedangkan konsentrasi DO mengalami penurunan. Sama halnya dengan COD yang menggambarkan keseluruhan zat organik yang teroksidasi maka nilai COD akan lebih besar dari BOD (Effendi, 2003). Hal ini dikarenakan BOD hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan sedangkan COD menggambarkan sebagai jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi termasuk BOD didalamnya. Nilai DO yang terus menurun mengindikasikan kemampuan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik akan berkurang, akibatnya kemampuan sungai untuk pulih sendiri (*self-purification*) secara alami akan sangat berkurang (Effendi, 2003). Hasil perhitungan menyatakan bahwa rasio nilai BOD/COD berfluktuasi mulai dari hulu hingga hilir, sekitar 0,26-0,59. Rasio tersebut menandakan pencemar yang masuk bersifat sukar terurai (*persistent*) (Effendi, 2003).

Musim kemarau, terjadi peningkatan konsentrasi BOD dan COD pada titik hulu menuju hilir, lalu diikuti penurunan konsentrasi DO semakin hilir. Hal ini mengindikasikan proses dekomposisi materi organik baik secara biologi maupun kimiawi berlangsung sangat tinggi, dan terus meningkat seiring menuju hilir sungai. Proses dekomposisi

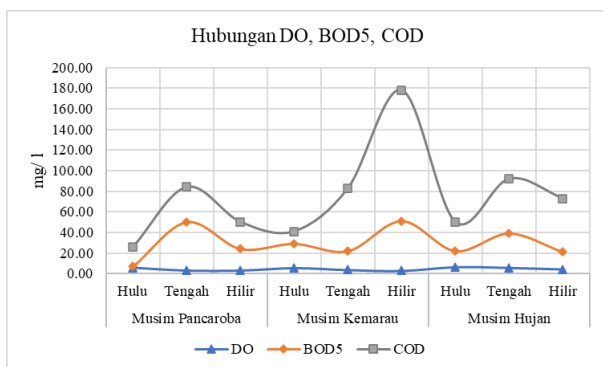
yang sangat tinggi, menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut berkurang karena digunakan mikroorganisme untuk mengoksidasi materi organik.

Tabel 2. Parameter kualitas air Sungai Cibeureum

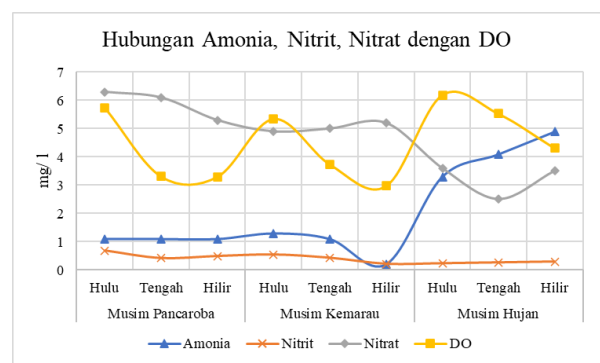
Parameter	Baku mutu	Musim Pancaroba			Musim Kemarau			Musim Hujan		
		Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
<b>Parameter Fisika (mg/L)</b>										
TDS	1.000	532	514	836	492	476	858	720	666	680
TSS	50	15	72*	38	156*	70*	182*	98*	72*	57*
<b>Kimia Anorganik (mg/L)</b>										
BOD	3	7*	50*	24*	29*	22*	51*	22*	39*	21*
COD	25	26*	84*	50*	41*	83*	178*	50*	92*	73*
DO	>4	5,74	3,31*	3,3*	5,35	3,74*	2,97*	6,19	5,53	4,31
Phosphat	0,2	0,48*	0,44*	0,82*	<0,16	<0,16	0,41*	0,2	<0,16	0,16
Pb	0,03	<0,03	0,0455*	0,042*	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Zn	0,05	0,05	0,26*	0,13*	0,054*	0,08*	0,16*	0,1*	0,09*	0,06*
H2S	0,002	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	0,13*	0,64*	<0,12	<0,12	<0,12
Nitrit	0,06	0,68*	0,414*	0,49*	0,54*	0,43*	0,21*	0,23*	0,26*	0,29*
Klorin Bebas	0,03	0,04*	0,05*	0,08*	0,05*	0,07*	0,06*	0,03	0,03	0,04*
Amonia	<0,02	<1,1	<1,1	<1,1	1,3*	<1,1	0,2*	3,3*	4,1*	4,9*
<b>Mikrobiologi (Jumlah/100 mL)</b>										
Total Coliform	5.000	46x104*	24x104*	46x104*	12x106*	7,7x106*	24x106*	17x106*	5,5x106*	23x106*
Fecal Coliform	1.000	46x104*	24x104*	46x104*	1,9x106*	2,3x106*	84x104*	3,1x106*	23x106*	1,4x106*
<b>Kimia Organik (mg/L)</b>										
Minyak dan Lemak	1	<1,1	2,00*	<1,1	0,40	<0,35	<0,35	0,54	1,53*	1,07*
Fenol	0,001	<0,181	0,07*	0,08*	0,02*	0,02*	0,03*	0,056*	0,107*	1,105*
Detergen	0,2	0,075	0,019	0,104	2,24*	4,53*	1,82*	0,038	1,53*	0,19
Debit (m3/detik)	-	1,96	0,78	1,77	0,23	3	2,88	0,39	1,68	0,16

Keterangan: \*Parameter yang melebihi baku mutu

Musim hujan, terjadi peningkatan konsentrasi BOD dan COD pada titik hulu menuju tengah, kemudian terjadi penurunan pada titik tengah menuju hilir dan diikuti penurunan konsentrasi DO semakin hilir. Nilai COD yang lebih tinggi dari BOD mengindikasikan bahwa terdapat banyak bahan anorganik dibanding bahan organik, karena sungai biasanya memiliki kadar bahan anorganik terlarut sepuluh kali lipat lebih besar dari pada kadar bahan organik (Effendi, 2003). Musim hujan, bagian tengah sungai memiliki zat pencemar lebih tinggi dibanding titik lainnya. Hal ini mengindikasikan pada tengah sungai banyak sumber pencemar yang masuk ke badan air. Hubungan DO, BOD, COD memiliki hubungan yang erat kaitannya dengan oksigen terlarut di perairan. Grafik hubungan parameter DO, BOD, dan COD dapat dilihat pada Gambar 1. Hubungan amonia, nitrit, nitrat memiliki hubungan yang erat kaitannya dengan proses amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi. Grafik hubungan amonia, nitrit, nitrat dengan DO dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Hubungan DO, BOD<sub>5</sub>, COD



Gambar 2. Hubungan Amonia, Nitrit, Nitrat dengan DO

Musim pancaroba, terdapat konsentrasi amonia <1,1 mg/l pada titik hulu hingga hilir. Konsentrasi tersebut tidak terukur sehingga nilainya tidak terlalu signifikan untuk peruntukan Kelas II. Amonia dapat berasal dari kotoran, urin hewan atau manusia dan air limpasan dari pertanian sekitar yang mengandung nitrogen dan tumbuhan yang telah didekomposisi oleh mikroorganisme. Rendahnya konsentrasi amonia menandakan bahwa sungai pada musim pancaroba masih memiliki cukup oksigen terlarut untuk mendekomposisi bahan organik secara aerob, sehingga tidak terjadi proses anaerob. Kemudian, konsentrasi nitrit terus berkurang seiring menuju hilir sungai, hal ini karena amonia akan dioksidasi oleh bakteri kemotrofik menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat dengan proses nitrifikasi. Nitrit yang memiliki sifat tidak stabil, akan mudah dioksidasi menjadi nitrat, ketika perairan masih memiliki cukup oksigen terlarut (Pribadi dkk., 2016). Proses dekomposisi ini dilakukan pada suhu optimum yaitu sekitar 20-30°C (Effendi, 2003). Proses nitrifikasi ini menyebabkan oksigen terlarut semakin berkurang seiring waktu, akibatnya proses oksidasi nitrit yang menjadi nitrat menjadi terhambat. Terjadi penurunan konsentrasi nitrat pada titik hulu hingga hilir, dikarenakan terjadi proses denitrifikasi, dimana nilai oksigen terlarut semakin sedikit dan mendekati kondisi anaerob. Dinitrogen Oksida (N<sub>2</sub>O) adalah produk utama dari proses denitrifikasi dengan kadar oksigen rendah (Effendi, 2003).

Musim kemarau, terjadi penurunan konsentrasi amonia dan nitrit disemua titik *sampling*. Konsentrasi amonia turun disebabkan telah terjadi proses nitrifikasi. Amonia pada bagian hulu dan hilir melebihi baku mutu kelas II, Hal tersebut mengindikasikan konsentrasi oksigen terlarut yang sangat sedikit dibanding dengan bahan pencemar organik yang masuk ke sungai. Proses amonifikasi berlangsung lambat seiring menuju hilir sungai, sehingga proses nitrifikasi oleh bakteri nitrit ikut melambat. Namun, konsentrasi nitrat bertambah seiring menuju hilir, karena nitrit yang terbentuk dari proses oksidasi amonia tidak stabil dengan keberadaan oksigen maka proses nitrifikasi terus berlangsung hingga menjadi nitrat. Hal ini menyebabkan telah terjadinya proses pengoksidasian secara lengkap, ditandai dengan konsentrasi nitrat yang semakin hilir semakin tinggi. Oleh karena proses oksidasi, menyebabkan oksigen terlarut menjadi semakin berkurang pada hilir sungai.

Musim hujan, terjadi peningkatan konsentrasi amonia dari titik hulu sampai hilir, diikuti peningkatan konsentrasi nitrit. Hal ini dikarenakan banyaknya materi organik yang masuk ke dalam sungai, sehingga proses amonifikasi sangat tinggi. Selain itu, konsentrasi oksigen terlarut pada musim hujan cukup tinggi menyebabkan laju proses oksidasi menjadi tinggi. Namun, konsentrasi nitrat terjadi fluktuasi seiring menuju hilir sungai, hal ini dapat dipengaruhi oleh kecepatan pertumbuhan bakteri nitrifikasi lebih lambat dari pada bakteri heterotrof, karena pada perairan yang banyak terdapat materi organik maka pertumbuhan bakteri heterotrof akan melebihi pertumbuhan nitrifikasi (Effendi, 2003). Hal ini menyebabkan proses nitrifikasi dari nitrit menjadi nitrat terhambat meskipun konsentrasi oksigen terlarut cukup tinggi.

Berdasarkan Tabel 2. tersebut parameter yang tidak memenuhi baku mutu yaitu TDS, TSS, BOD, COD, DO, Phosphat, Pb, Zn, H<sub>2</sub>S, Nitrit, Klorin Bebas, Amonia, Total Coliform, Fecal Coliform, Minyak dan lemak, Fenol, dan detergen sebagai MBAS. Tidak semua parameter tersebut dapat dihitung beban pencemarannya. Parameter Total Coliform, Fecal Coliform yang memiliki satuan jumlah/100L tidak dapat dihitung. Perhitungan BPM di Sungai Cibeureum dapat dilihat pada Tabel 3. dan BPA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. BPM Sungai Cibeureum (kg/hari)

Parameter	Musim Pancaroba			Musim Kemarau			Musim Hujan		
	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
TSS	8.467	3.370	7.646	994	12.960	12.442	1.685	7.258	691
BOD	508	202	459	60	778	747	101	436	42
COD	4.234	1.685	3.823	497	6.480	6.221	842	3.629	346
Phosphat	33,87	13,48	30,59	3,97	51,84	49,77	6,74	29,03	2,76
Pb	5,08	2,02	4,59	0,60	7,78	7,46	1,01	4,35	0,41
Zn	8,47	3,37	7,65	0,99	12,96	12,44	1,68	7,26	0,69
H <sub>2</sub> S	0,34	0,13	0,31	0,04	0,52	0,50	0,07	0,29	0,03
Nitrit	10,16	4,04	9,18	1,19	15,55	14,93	2,02	8,71	0,83
Klorin Bebas	5,08	2,02	4,59	0,60	7,78	7,46	1,01	4,35	0,41
Minyak dan Lemak	169,3	67,39	152,9	19,87	259,2	248,83	33,70	145,15	13,82
Fenol	0,17	0,07	0,15	0,02	0,26	0,25	0,03	0,15	0,01
Detergen	33,87	13,48	30,59	3,97	51,84	49,77	6,74	29,03	2,76

Baku mutu air limbah domestik terdiri dari parameter pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Total Coliform serta Amoniak (PerMenLH No. 68/2016). Semua parameter tersebut kecuali pH tidak memenuhi baku mutu sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah domestik memberikan kontribusi terhadap pencemaran di Sungai Cibeureum. Parameter logam berat seperti Pb dan Zn diprediksi berasal dari aktivitas industri dan domestik di DAS Cibeureum.

Tabel 4. BPA Sungai Cibeureum (kg/hari)

Parameter	Musim Pancaroba			Musim Kemarau			Musim Hujan		
	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
TSS	2.540	4.852	5.811	3.100	18.144	45.287	3.302	10.451	788
BOD	1.185	3.370	3.670	576	5.702	12.690	741	5.661	290
COD	4.403	5.661	7.646	815	21.514	44.292	1.685	13.354	1.009
Phosphat	81,29	29,65	125,4	0	0	102,02	6,74	0	2,21
Pb	0	3,07	6,42	0	0	0	0	0	0
Zn	8,47	17,45	19,42	1,07	19,96	38,82	3,37	13,06	0,83
H <sub>2</sub> S	0	0	0	0	33,7	159,25	0	0	0
Nitrit	115,2	27,9	74,32	10,73	110,2	52,5	7,75	37,74	4,01
Klorin Bebas	6,77	3,37	12,23	0,99	18,14	14,93	1,01	4,35	0,55
Minyak dan Lemak	0	134,8	0	7,95	0	0	18,2	222,1	14,79
Fenol	0	4,5	12,16	0,4	5,83	8,63	1,9	15,49	15,27
Detergen	12,7	1,28	15,9	44,51	1.174	452,9	1,28	222,1	2,63

Berdasarkan Tabel 3 dan 4, hampir semua BPA melebihi BPM sungai, hal ini dapat menyebabkan sungai menjadi *over capacity* dalam menerima beban pencemar. Selisih antara BPM dan BPA disajikan pada Tabel 5. Tabel tersebut merupakan beban pencemar yang harus diturunkan.

Tabel 5. Beban Pencemar Sungai yang Harus Diturunkan (kg/hari)

Parameter	Musim Pancaroba			Musim Kemarau			Musim Hujan		
	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
TSS	0	1.483	0	2.106	5.184	32.846	1.617	3.193	97
BOD	677	3.167	3.215	517	4.925	11.944	640	5.226	249
COD	169	3.976	3.823	318	15.034	38.071	842	9.725	664
Phosphat	47,42	16,17	94,82	0	0	52,25	0	0	0
Pb	0	1,04	1,84	0	0	0	0	0	0
Zn	0	14,08	11,78	0,08	7	26,38	1,68	5,81	0,14
Nitrit	104,9	23,86	65,15	9,54	94,61	37,57	5,73	29,03	3,18
Klorin Bebas	1,69	1,35	7,65	0,4	10,37	7,46	0	0	0,14
Minyak dan Lemak	0	67,39	0	0	0	0	0	76,93	0,97
Fenol	0	4,43	12	0,38	5,57	8,39	1,86	15,34	15,26
Detergen	0	0	0	40,54	1.122	403,11	0	193,05	0

Logam berat walaupun beban pencemarannya kecil akan terakumulasi di Sungai Citarum dan akhirnya mengendap di Waduk Saguling sebagai bendungan pertama yang menampung Sungai Citarum. Berdasarkan Arinda dan Wardhani (2018) di Waduk Saguling teridentifikasi logam berat Pb yang diprediksi berasal dari aktivitas masyarakat di Sungai Citarum dan anak-anaknya. Logam berat merupakan unsur konservatif bilamana telah masuk ke perairan akan terakumulasi di sedimen, biota, dan flora air. Beban pencemar logam berat tidak akan berkurang karena proses degradasi tetapi dapat berpindah dan terdistribusi ke tempat lain (Wardhani et.al, 2016; Wardhani et.al, 2017a; Wardhani et.al, 2017b). Tingginya beban pencemar BOD dan COD dari Sungai Cibeureum yang akan masuk ke Sungai Citarum dan bermuara ke Waduk Saguling akan mempengaruhi parameter lainnya seperti DO, H<sub>2</sub>S, serta konsentrasi logam berat (Eka Wardhani dkk., 2017a).

Diperlukan upaya pengendalian pencemaran air di Sungai Cibeureum sebagai anak Sungai Citarum dari semua sektor yang memberikan kontribusi terhadap pencemaran yang terjadi. Program Citarum Harum berpusat pada limbah industri sedangkan aktivitas domestik memberi beban yang cukup signifikan seiring dengan jumlah penduduk yang ada di DAS Cibeureum. Pengelolaan air limbah domestik dapat dilakukan dengan menerapkan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat atau Setempat (SPALD-T) atau (SPALD-S).



#### 4 KESIMPULAN

Pencemaran Sungai Cibeureum didominasi oleh limbah domestik yang banyak mengandung materi organik. Hal ini dikarenakan DAS Cibeureum merupakan kawasan padat penduduk, sehingga limbah domestik berpotensi besar langsung dibuang ke sungai. Sungai Cibeureum memiliki BPA melebihi BPM hampir disemua musim. Beban pencemar utama yang perlu diturunkan untuk parameter TSS sebesar 97-32.846 kg/hari, BOD sebesar 249-11.944 kg/hari, COD sebesar 169-38.071 kg/hari, Phosphat sebesar 16,17-94,82 kg/hari, Pb sebesar 1,04-1,84 kg/hari, Zn sebesar 0,08-26,38 kg/hari, Nitrit sebesar 3,18-104,99 kg/hari, Klorin Bebas sebesar 0,14-10,37 kg/hari, Minyak dan Lemak sebesar 0,97-76,93 kg/hari, Fenol sebesar 0,38-15,34 kg/hari, dan Detergen sebagai MBAS sebesar 40,54-1.122 kg/hari.

#### REFERENSI

- Arinda, A., dan Wardhani, E. (2018). "Analisis Profil Konsentrasi Pb di Air Waduk Saguling". *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(3)
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius, Yogyakarta
- Google Earth. (2020). *Google Earth: Peta Administrasi Kelurahan Cibeureum, Melong, dan Cijerah yang diunduh dari <https://earth.google.com/>*
- Republik Indonesia. (2000). *Peraturan Daerah Jawa Barat No 39 Tahun 2000 tentang Peruntukan Air dan Baku Mutu Air pada Sungai Citarum dan Anak-Anak Sungainya di Jawa Barat*
- Republik Indonesia. (2003). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*
- Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*
- Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*
- Pribadi, R. N., Zaman, B., dan Purwono, P. (2016). "Pengaruh Luas Penutupan Kiambang (*Salvinia molesta*) Terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit, dan Nitrat Pada Limbah Cair Domestik (Grey Water) dengan Sistem Kontinyu". *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4)
- Rachmaningrum, M. (2015). "Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung". *Jurnal Reka Lingkungan*, 3(1)
- Wardhani, E., Notodarmojo, S., dan Roosmini, D. (2017a). "Heavy metal speciation in sediments in Saguling Lake West Java Indonesia". *International Journal*, 12(34), 146-151
- Wardhani, E., Roosmini, D., dan Notodarmojo, S. (2016). "Pencemaran Kadmium Di Sedimen Waduk Saguling Provinsi Jawa Barat (Cadmium Pollution in Saguling Dam Sediment West Java Province)". *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(3), 285-294
- Wardhani, E., Roosmini, D., dan Notodarmojo, S. (2017b). "Status of heavy metal in sediment of Saguling Lake, West Java". *Paper presented at the IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*
- Wardhani, E., dan Sulistiowati, L. A. (2018). "Kajian Daya Tampung Sungai Citarik Provinsi Jawa Barat". *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(2)
- Yasya, H. R., dan Juwana, I. (2019). "Pemetaan Area Risiko Sanitasi Sektor Air Limbah Domestik Kota Cimahi". *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2)