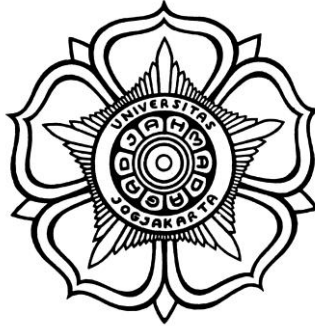


GEOLOGI LINGKUNGAN UNTUK Mendukung
Pembangunan Berkelanjutan



UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
pada Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada

Diucapkan di depan Rapat Terbuka Dewan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada tanggal 17 Oktober 2023
di Yogyakarta

Oleh:
Prof. Dr.Eng. Ir. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng, IPM

Bismillaahirrohmaannirrahiim.

Yang terhormat,

Ketua, Sekretaris, dan anggota Majelis Wali Amanat, Universitas Gadjah Mada,

Ketua, Sekretaris, dan anggota Dewan Guru Besar, Universitas Gadjah Mada,

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik, Universitas Gadjah Mada,

Rektor dan Wakil Rektor, Universitas Gadjah Mada

Para Guru Besar Universitas Gadjah Mada

Dekan dan Wakil Dekan, Ketua dan Sekretaris Senat Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Rekan-rekan dosen dan seluruh civitas akademika Universitas Gadjah Mada

Tamu undangan, sanak keluarga serta hadirin sekalian yang saya hormati.

Assalaamu 'alaikum Warohmatullaahi Wabarokaatuh

Shalom, Om Swastiastu, Namo Budaya, Salam Kebajikan

Salam Sejahtera bagi kita semua

Saya panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga kita dapat hadir di ruang Balai Senat ini. Saya ucapkan terima kasih dan selamat datang kepada hadirin semua yang telah berkenan hadir dan mendengarkan pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar dalam bidang ilmu Geologi Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Pada hari ini, ijinkanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan sebagai guru besar dengan judul:

GEOLOGI LINGKUNGAN UNTUK Mendukung Pembangunan Berkelanjutan

Hadirin yang saya muliakan

Teknik Geologi merupakan bidang ilmu yang cukup tua dan telah berkontribusi dalam perkembangan dunia. Ilmu ini mempelajari penyelidikan, pengkajian dan penyelesaian masalah-masalah teknik dan lingkungan yang mungkin timbul sebagai akibat interaksi antara geologi dan pekerjaan serta aktivitas manusia serta prediksi dan pengembangan langkah-langkah untuk pencegahan atau pengelolaan bahaya geologi (IAEG, 1992). Teknik Geologi terbagi dalam beberapa bidang keilmuan yaitu geologi dinamik, geologi sumber daya tambang, geologi sumber daya energi dan geologi tata lingkungan.

Ilmu geologi lingkungan yang saya tekuni merupakan cabang dari teknik geologi yang mempelajari interaksi antara manusia dan lingkungan geologisnya: batuan, tanah, air, kehidupan serta pengaruh dinamika bumi terhadap manusia dan aktivitas manusia yang berdampak pada bumi itu sendiri (Doyle, 2005). Geologi lingkungan didefinisikan sebagai penerapan prinsip-prinsip geologi terhadap permasalahan yang ditimbulkan oleh penggunaan dan eksploitasi lingkungan fisik oleh manusia. Namun geologi lingkungan tidak hanya sekedar dampak manusia terhadap lingkungan geologi, tetapi juga dampak lingkungan geologi terhadap manusia (Bell, 1998).

Geologi lingkungan melibatkan penerapan pengetahuan geologi untuk penyelidikan proses yang terjadi di atau dekat permukaan bumi untuk mengurangi bahaya alam dan meminimalkan degradasi lingkungan. Geologi lingkungan umumnya berfokus pada empat komponen utama. Komponen yang pertama melibatkan identifikasi dan pengelolaan bahaya geologi,

termasuk letusan gunung api, gempa bumi, tsunami, likuefaksi, gerakan tanah dan banjir. Komponen kedua dari geologi lingkungan melibatkan pengelolaan penggunaan sumber daya alam seperti mineral, tanah dan air. Komponen ketiga melibatkan pengelolaan sumber energi seperti batu bara, minyak bumi dan panas bumi, untuk mengurangi bahaya dan meningkatkan keberlanjutan. Komponen terakhir berkaitan dengan penataan ruang dan pengelolaan pembuangan limbah seperti bahan radioaktif atau limbah berbahaya lainnya dan menyelidiki penyebaran pencemaran. Geologi lingkungan telah berkembang sebagai subdisiplin dalam geologi sejak tahun 1970-an, meskipun penelitian yang berkaitan dengan bahaya alam, khususnya, berasal dari proses geologi sebagai disiplin ilmu semenjak abad ke-18. Buku teks geologi lingkungan yang pertama diterbitkan pada tahun 1982 oleh seorang penulis Amerika, dan mata pelajaran tentang subjek tersebut sekarang diajarkan secara luas di universitas-universitas di seluruh dunia (Alexander and Fairbridge, 1999).

Hadirin yang saya hormati

Geologi Indonesia

Wilayah Indonesia memiliki kondisi geologi yang unik karena berada pada pertemuan 3 lempeng besar dunia yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Proses subduksi antar lempeng menyebabkan rangkaian gunung api yang tersebar mulai ujung pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Ternate dan Sulawesi. Saat ini terdapat 127 gunung api yang masih aktif di Indonesia, 6 diantaranya merupakan gunung api bawah laut (PVMBG, 2021). Tujuh puluh enam gunung api memiliki catatan sejarah erupsi sejak tahun 1600, 30 gunung api memiliki catatan sejarah erupsi sebelum tahun 1600 dan 21 gunung api tidak memiliki catatan sejarah erupsi tetapi masih memperlihatkan jejak

aktivitas vulkanik seperti solfatara atau fumarol (PVMBG, 2021). Kondisi geologi ini menjadikan Indonesia memiliki berbagai potensi bahaya alam seperti letusan gunung api, gempa bumi, tsunami, likuefaksi, tanah longsor, banjir dan lain-lain. Tetapi kondisi geologi ini juga membuat Indonesia kaya akan sumber bahan tambang maupun energi. Tantangan bagi bangsa Indonesia adalah bagaimana memanfaatkan sumber daya tambang dan energi tersebut untuk kemakmuran dan melindungi seluruh masyarakat Indonesia dari ancaman bencana guna menjamin keberlanjutan pembangunan nasional.

Hadirin yang saya hormati

Identifikasi dan Pengelolaan Bahaya Geologi

Bencana geologis di Indonesia dipengaruhi oleh pergerakan antar lempeng, patahan aktif, aktifitas gunung api dan tingginya tingkat pelapukan batuan dengan didukung oleh curah hujan yang tinggi. Data BNPB dari tahun 2003-2023 menunjukkan adanya peningkatan jumlah kejadian bencana di Indonesia, khususnya bencana yang berhubungan dengan hidrometeorologi. Pada tahun 2022 sebanyak 6.144.324 jiwa menderita dan mengungsi, 861 jiwa meninggal dunia, 46 jiwa hilang, dan 8.727 jiwa mengalami luka-luka sebagai dampak bencana. Selain itu, infrastruktur yang terdampak bencana adalah sebanyak 95.403 unit rumah rusak (terdiri dari 20.205 unit rusak berat, 23.213 unit rusak sedang, dan 51.985 unit rusak ringan), 1.983 unit fasilitas rusak (terdiri dari 1.241 unit fasilitas pendidikan, 95 unit fasilitas kesehatan, dan 647 unit fasilitas peribadatan), 163 unit kantor rusak, dan 342 unit jembatan rusak. Bencana banjir merupakan jenis bencana yang sering terjadi pada tahun 2022 diikuti oleh cuaca ekstrim serta tanah

longsor (BNPB, 2023). Peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian bencana tersebut, yang bersamaan dengan pertumbuhan penduduk, penggundulan hutan, pesatnya urbanisasi dan pembangunan daerah pegunungan yang tidak terencana meningkatkan korban akibat bencana di seluruh dunia (Haque dkk., 2019). Hal ini juga diperparah dengan perubahan iklim global yang berkontribusi dengan naiknya jumlah kejadian bencana hidrometeorologi seperti banjir, banjir rob, longsor, kekeringan, angin puting beliung,

Berdasarkan hasil analisis risiko bencana tahun 2022 terdapat 514 kabupaten/kota di Indonesia, dimana 192 kabupaten/kota yang masuk dalam risiko tinggi bencana dan 322 kabupaten/kota masuk dalam kelas risiko sedang (BNPB, 2023). Mengingat hampir seluruh wilayah di Indonesia memiliki risiko tinggi terhadap bencana, maka diperlukan upaya bersama dalam pengurangan risiko bencana.

Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi risiko bencana dengan menetapkan pengurangan risiko bencana tersebut sebagai salah satu prioritas pembangunan nasional sejak tahun 2010 sampai saat ini. Kebijakan nasional dalam pengurangan risiko bencana dimulai setelah kejadian bencana gempa bumi dan tsunami di Aceh pada tanggal 26 Desember 2004, yaitu dengan diterbitkannya Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, berikut Peraturan Pemerintah turunannya, serta pendirian Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di tingkat Pusat, dan pembentukan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) di tingkat provinsi dan kabupaten/kota. Selain itu, sasaran Nasional Penanggulangan Bencana tahun 2020-2040 dilaksanakan dengan menerapkan Kebijakan Nasional penanggulangan bencana yang terdiri dari (1) Penguatan dan harmonisasi sistem, regulasi serta tata kelola pengelolaan bencana yang efektif dan efisien, (2) Peningkatan

sinergi antar kementerian/lembaga dan pemangku kepentingan dalam penanggulangan bencana, dengan strategi penerapan riset inovasi dan teknologi kebencanaan melalui integrasi kolaboratif multi pihak, (3) Penguatan investasi pengelolaan risiko bencana sesuai dengan proyeksi peningkatan risiko bencana, dengan strategi: (4) Peningkatan kapasitas dan kapabilitas penanganan kedaruratan bencana yang cepat dan andal, dengan strategi penguatan sistem dan operasionalisasi penanganan darurat bencana, dan (5) Percepatan pemulihan daerah dan masyarakat terdampak bencana untuk membangun kehidupan yang lebih baik, dengan strategi percepatan penyelenggaraan rehabilitasi dan rekonstruksi di daerah terdampak bencana (BNPB, 2020). Untuk mencapai sasaran tersebut, maka ada perubahan paradigma dalam penanganan bencana yaitu: (1) dari sebelumnya respons menjadi pencegahan dan kesiapsiagaan; (2) dari sebelumnya pendekatan sektoral menjadi multi-sektoral; (3) dari sebelumnya sentralistik menjadi desentralistik; (4) dari sebelumnya menggunakan pendekatan yang terpisah-pisah menjadi holistik; dan (5) dari sebelumnya penanganan bencana tanggung jawab pemerintah menjadi tanggung jawab semua (Usiono dkk., 2018).

Upaya pengurangan risiko bencana merupakan tantangan dan tanggung jawab bersama yang harus didukung oleh semua pihak baik pemerintah, masyarakat, dunia usaha, media massa maupun akademisi melalui strategi yang terstruktur, terukur dan berkelanjutan. Mengacu pada Kerangka Sendai untuk pengurangan risiko bencana 2015-2030 terdapat 4 prioritas yaitu (1) Memahami risiko bencana, (2) Memperkuat tata kelola risiko bencana untuk mengelola risiko bencana, (3) Berinvestasi dalam pengurangan risiko bencana untuk ketangguhan dan (4) Meningkatkan kesiapsiagaan bencana untuk respons yang efektif dan “membangun kembali dengan lebih baik” (UNISDR, 2015).

Pengurangan risiko bencana mencakup berbagai aspek dan sektor pembangunan. Terdapat 25 target terkait pengurangan risiko bencana dalam 10 dari 17 *Sustainable Development Goals* (SDGs), yang secara tegas menetapkan peran pengurangan risiko bencana sebagai strategi inti pembangunan. Kesepuluh SDGs tersebut meliputi; (SDG 1) Mengakhiri kemiskinan dalam segala bentuknya di mana pun, (SDG 2) Mengakhiri kelaparan, mencapai ketahanan pangan dan perbaikan nutrisi serta mendorong pertanian berkelanjutan, (SDG 3) Menjamin kehidupan yang sehat dan meningkatkan kesejahteraan bagi semua orang di segala usia, (SDG 4) Menjamin pendidikan berkualitas yang inklusif dan adil serta mendorong kesempatan belajar seumur hidup bagi semua, (SDG 6) Menjamin ketersediaan dan pengelolaan air dan sanitasi yang berkelanjutan untuk semua, (SDG 9) Membangun infrastruktur yang tangguh, mendorong industrialisasi yang inklusif dan berkelanjutan, serta mendorong inovasi, (SDG 11) Menjadikan kota dan pemukiman inklusif, aman, berketahanan dan berkelanjutan, (SDG 13) Mengambil tindakan segera untuk memerangi perubahan iklim dan dampaknya, (SDG 14) Melestarikan dan memanfaatkan sumber daya samudera, lautan, dan kelautan secara berkelanjutan untuk pembangunan berkelanjutan, dan (SDG 15) Melindungi, memulihkan dan mendorong pemanfaatan ekosistem darat secara berkelanjutan, mengelola hutan secara berkelanjutan, memerangi dan menghentikan penggundulan hutan, dan mengembalikan kesuburan lahan serta menghentikan hilangnya keanekaragaman hayati (UNDRR, 2023^a).

Risiko bencana adalah potensi hilangnya nyawa, cedera, atau hancur atau rusaknya aset yang dapat terjadi pada suatu sistem, masyarakat, atau komunitas dalam jangka waktu tertentu, yang ditentukan secara probabilistik sebagai fungsi dari bahaya, paparan, kerentanan, dan kapasitas (UNDRR, 2023^b). Pemahaman tentang

risiko bencana dimulai dengan pemetaan risiko bencana untuk mengetahui jenis, sebaran dan tingkat bahaya diikuti dengan pemodelan/simulasi numeris untuk memprediksi mekanisme dan dampak sehingga bisa diketahui daerah berisiko tinggi dan prioritas penanganan. Penilaian risiko bencana didasarkan pada aspek bahaya (*hazard*), paparan (*exposure*), kerentanan (*vulnerability*) dan kapasitas masyarakat (*capacity*). Berbagai metode pemetaan bahaya geologi telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan seperti untuk kerentanan gerakan tanah (Wilopo dkk., 2023; Sekarlangit dkk., 2022; Wilopo dkk., 2021^a; Shano dkk., 2020, Sinarta dkk., 2020; Setiawan dkk., 2019; Ramadhani dkk., 2018; Sinarta dkk., 2017; Makealoun dkk., 2015), banjir (Mudashiru dkk., 2021; Odm dkk., 2022), gempa bumi (Fathani & Wilopo, 2017; Thein dkk., 2014), likuefaksi (Amalina dkk., 2022; Fauzi dkk., 2022; Jalil dkk., 2021; Jalil dkk., 2020), tsunami (Behrens dkk., 2021), kawasan rawan letusan gunung api (Ogburn dkk., 2023; Thompson dkk., 2015) ataupun pemetaan multi bahaya (Ariyati dkk., 2018). Informasi bahaya ini harus disampaikan secara jelas, mudah dipahami dan tidak menakuti masyarakat. Penyajian informasi bahaya dapat berupa peta yang mungkin tidak mengikuti aturan pemetaan standar secara resmi tetapi lebih ditujukan untuk memastikan bahwa pesan tersampaikan kepada masyarakat dan masyarakat mampu merespons terhadap informasi bahaya yang diterima (Karnawati dkk., 2018).

Rencana tata ruang wilayah merupakan tahapan pertama dalam upaya mitigasi untuk pengurangan risiko bencana. Namun, kenyataannya masih ada beberapa wilayah di Indonesia yang mengabaikan informasi bahaya tersebut dalam penyusunan rencana tata ruang, dengan alasan tekanan ekonomi, politik ataupun yang lainnya. Disisi lain, sebagian besar masyarakat Indonesia sudah terlanjur menempati daerah rawan bahaya sebelum tata ruang ruang tersebut ditetapkan. Maka perlu perlu usaha untuk melakukan

relokasi ataupun pembatasan pengembangan. Tindakan untuk melakukan relokasi sulit dilakukan kecuali dalam kasus tertentu dimana tingkat bahaya yang tinggi dan masyarakat yang terancam mau dipindahkan, serta pemerintah mampu untuk menyediakan tempat yang aman. Relokasi bukan hanya memindahkan masyarakat dari lokasi yang berbahaya ke lokasi aman, namun juga harus memperhatikan aspek ekonomi, sosial dan budaya masyarakat yang dipindahkan ataupun masyarakat disekitarnya untuk menjamin keberlanjutan kehidupan dari penduduknya. Oleh karena itu, perlu dipilih metode mitigasi bencana yang paling efektif dan sesuai baik secara struktural ataupun non-struktural. Usaha secara struktural dilakukan dengan pembangunan fisik untuk mencegah ataupun meminimalkan dampak dari kejadian bencana. Kegiatan ini umumnya memerlukan biaya yang sangat besar sehingga tidak bisa dilakukan pada semua tempat yang mempunyai ancaman bahaya tinggi terhadap kejadian bencana. Usaha struktural tersebut juga harus diikuti dengan upaya non-struktural, baik melalui pembuatan peraturan, standar, pendidikan dan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat menghadapi bencana. Peraturan tata ruang yang mengatur pembatasan pembangunan pada daerah rawan bahaya diikuti dengan standar bangunan yang sesuai untuk masing-masing tingkat dan jenis ancaman bencana akan meminimalkan korban jiwa maupun kerugian harta benda bila terjadi bencana. Kegiatan pendidikan maupun peningkatan kesiapsiagaan masyarakat perlu memperhatikan kondisi dan karakteristik masyarakat di daerah rawan bahaya. Sebagian besar masyarakat Indonesia yang tinggal di daerah rawan bahaya memiliki karakteristik antara lain (a) mempunyai aksesibilitas dan komunikasi yang terbatas (b) mempunyai tingkat pendidikan yang tidak terlalu tinggi (c) memiliki ekonomi menengah ke bawah (d) masih kuat memegang budaya yang ada (e) dan masih percaya kepada para pemimpin adat/suku/orang yang dituakan (Fathani

dkk., 2017^b). Berbagai kegiatan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat untuk menjadi tangguh terhadap bencana longsor dengan melibatkan semua masyarakat baik orang tua, anak-anak ataupun orang berkebutuhan khusus dan pemerintah lokal telah dilakukan di sekitar wilayah Yogyakarta (Setiawan dkk., 2021; Wilopo dkk., 2019).

Pendidikan kebencanaan merupakan hal sangat penting untuk menuju ketangguhan masyarakat menghadapi bencana. Pendidikan ini harus dilakukan sejak usia dini baik di lingkungan keluarga, sekolah maupun masyarakat. Namun demikian, sampai saat ini belum ada kurikulum yang jelas tentang pendidikan kebencanaan di sekolah pada setiap level baik secara di kelas maupun ekstrakurikuler, walaupun beberapa sekolah sudah mencoba memberikan sebagai muatan lokal. Pendidikan bencana ini harus ditanamkan sejak dini agar menjadi bagian dari budaya masyarakat Indonesia, sehingga tidak mudah hilang dengan berjalannya waktu. Karena untuk mengubah pengetahuan menjadi sebuah budaya membutuhkan waktu yang cukup lama dan usaha yang berkelanjutan. Pendidikan bencana tidak hanya memberikan pengetahuan tentang bencana tetapi juga implementasi pada kehidupan sehari-hari dalam mengantisipasi maupun merespons kejadian bencana. Kesadaran masyarakat tentang mitigasi bencana akan meningkat secara drastis dengan adanya kejadian bencana tetapi akan menurun dengan berjalannya waktu. Tantangan utama mitigasi bencana adalah bagaimana menjaga kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat untuk selalu dalam posisi yang baik. Hal ini bisa tercapai bila kesiapsiagaan itu menjadi budaya dari masyarakat.

Salah satu upaya meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana untuk respons yang efektif adalah penerapan sistem peringatan dini dengan melibatkan teknologi tepat guna dan respons efektif masyarakat. Penerapan sistem peringatan dini

bencana sejalan dengan salah satu tujuan Kerangka Aksi Sendai 2015-2030 yaitu peningkatan akses untuk mendapatkan informasi peringatan dini multi bencana. Oleh karena itu, sejak tahun 2006, UGM telah mengembangkan alat-alat deteksi dini bencana dinamakan Gajah Mada *Early Warning System* atau GAMA-EWS (Fathani dkk., 2014). Alat-alat monitoring ini meliputi sensor untuk bencana gerakan tanah maupun banjir. Data monitoring diolah untuk menentukan kriteria peringatan berdasarkan pada hasil simulasi maupun sejarah kejadian bencana. Penentuan kriteria peringatan (*warning criteria*) telah banyak diteliti untuk berbagai tipe gerakan tanah berdasarkan data pemantauan curah hujan, fluktuasi muka air tanah, pergerakan pada retakan dan bidang gelincir, dan perubahan kemiringan atau titik pantau di permukaan lereng (Faris dan Fathani, 2013). Seperti ambang batas curah hujan pemicu gerakan tanah di Kabupaten Kulon Progo, D.I.Yogyakarta, dan sekitarnya mengacu data sejarah kejadian longsor pada zona kerentanan tinggi gerakan tanah sekitar 65,05 mm/hari dengan durasi hujan minimal 2 hari, kerentanan sedang 61,88 mm/hari dengan durasi hujan minimal 3 hari dan kerentanan rendah minimal 51,16 mm/hari dengan durasi hujan minimal 5 hari (Arisaldi dkk. 2021), sedangkan di daerah Purworejo, Jawa Tengah, pada satuan breksi andesit yang sudah lapuk berkisar 81,78 mm/hari dengan durasi hujan satu hari (Ferardi dkk., 2018).

Sistem peringatan dini yang lengkap dan efektif terdiri atas empat unsur kunci yang saling terkait yaitu (1) pengetahuan tentang risiko, (2) teknologi pemantauan dan layanan peringatan, (3) diseminasi dan komunikasi, dan (4) kemampuan merespons (UNISDR, 2006). Pengembangan teknologi sistem peringatan dini bukan menjadi tantangan dalam system peringatan dini, tetapi lebih banyak pada kemampuan respons masyarakat yang tinggal di daerah rentan dan koordinasi antar pemerintah, sektor swasta dan pemangku kepentingan lainnya. Berkenaan dengan hal ini, sejak

tahun 2007 UGM telah mengembangkan sistem peringatan dini gerakan tanah yang mengintegrasikan parameter teknis dan sosial-budaya masyarakat yang diimplementasikan sejak tahap pemasangan, operasional hingga pemeliharaan (Karnawati dkk., 2013; Fathani dkk., 2017).

Mengacu pada empat unsur kunci tersebut, maka BNPB dan BSN yang didukung oleh UGM telah merumuskan standar internasional tentang sistem peringatan dini multi bahaya. Sistem ini terdiri atas tujuh sub-sistem utama yaitu (1) penilaian risiko; (2) diseminasi dan komunikasi pengetahuan bencana; (3) Monitoring dan system peringatan; (4) kapabilitas merespon; dan (5) membangun komitmen otoritas lokal dan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem peringatan dini (ISO 22328-1:2020; SNI 8840-1:2019; Fathani dkk., 2016).

Sejak tahun 2015 BNPB, BSN, BMKG, Badan Geologi, PUPR, UGM beserta instansi terkait sudah menyusun standar nasional Indonesia (SNI) terkait manajemen bencana khususnya sistem peringatan dini. Beberapa SNI sudah diterbitkan antara lain SNI 8291:2016 Penyusunan dan penentuan zona kerentanan gerakan tanah; SNI 8235:2017 Sistem peringatan dini gerakan tanah; SNI 8840-1:2019 Sistem peringatan dini bencana - Bagian 1: Umum; SNI 8840-2:2020 Sistem peringatan dini bencana – Bagian 2: Tsunami; SNI 9021:2021 Peralatan peringatan dini gerakan tanah; SNI 8840-3:2022 Sistem peringatan dini bencana - Bagian 3: Banjir; RSNI 8840-4:2023 Sistem peringatan dini bencana- Bagian 4: Erupsi Gunungapi. Dengan keberhasilan dari implementasi sistem peringatan dini gerakan tanah, maka sistem tersebut diusulkan menjadi dokumen ISO pada pertemuan ISO/TC 292 *Security and resilience* di Bali pada Desember 2015, kemudian setelah dilakukan pembahasan beberapa kali baik di Edinburgh (2016) maupun Jeju (2017) akhirnya dokumen tersebut ditetapkan sebagai *ISO 22327 Guidelines for implementation of a*

community based landslide early warning system pada tanggal 16 Maret 2018 di Sydney. Lebih lanjut, Indonesia juga mengusulkan beberapa dokumen SNI lainnya untuk menjadi dokumen ISO seperti *ISO 22328-1 Part 1: General guidelines for the implementation of a community based disaster early warning system* dan *ISO 22328-3 Part 3: Guidelines for the implementation of a community-based early warning system for tsunamis*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem peringatan dini yang dikembangkan dan diaplikasikan oleh Indonesia diakui dan diterima oleh dunia, yang mendukung Indonesia menjadi pusat ilmu untuk pengurangan risiko bencana.

Teknologi sistem peringatan dini gerakan tanah dan banjir UGM telah diimplementasikan di 124 kabupaten/kota pada 33 provinsi di Indonesia. Disamping BNPB, Kemendesa dan BPBD, sistem ini juga telah digunakan oleh kalangan industri/swasta dalam dan luar negeri yaitu PT. Pertamina Geothermal Energy, PT. Medco Energi, PT. Freeport Indonesia, PT. Geodipa, PT. Danone-Aqua, PT. Aneka Tambang dan United Mercury Group-Myanmar. Sistem peringatan dini yang telah dikembangkan dan dipasang tersebut sudah terbukti bisa menyelamatkan jiwa manusia seperti di longsor Banjarnegara (2007), longsor di Aceh Besar (2015), longsor Donggala (2016), longsor Lombok Barat (2016), longsor Kerinci (2017), longsor Gunungkidul (2017), banjir Cirebon (2020) dan lainnya. Dengan capaian ini maka sejak tahun 2011 UGM ditetapkan oleh UNESCO-UN-ISDR-IPL sebagai *World Center of Excellence on Landslide Disaster Risk Reduction* selama empat periode berturut-turut (2011-2014; 2014-2017; 2017-2020; 2020-2023).

Hadirin yang saya hormati

Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Dampak Lingkungan

Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan peningkatan ekonomi masyarakat menyebabkan kebutuhan tentang sumber daya alam baik bahan tambang maupun energi semakin meningkat. Hal ini menyebabkan peningkatan dalam kegiatan eksplorasi, eksploitasi dan pengolahan sumber daya alam. Pemanfaatan sumber daya alam yang berlebih tanpa memperhatikan lingkungan akan menyebabkan terjadinya dampak lingkungan dan mengganggu terhadap kesehatan lingkungan dan masyarakat. Air tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun demikian, untuk melakukan pemanfaatan dengan baik perlu dilakukan investigasi yang detail guna mengetahui kuantitas, kualitas, keberlanjutan maupun aksesibilitasnya. Berbagai metode eksplorasi air tanah baik secara langsung maupun tidak langsung telah dikembangkan untuk mencari sumber air tanah tersebut (Fetter and Kreamer, 2022). Eksplorasi air tanah dengan menggabungkan data pemetaan geologi, survei geofisika, pemboran eksplorasi dan uji pemompaan akan memberikan hasil yang akurat untuk mendeliniasi keberadaan akuifer maupun potensi air tanahnya (Wilopo dkk., 2020^a; Wilopo dkk., 2020^b). Selain itu, perlu dilakukan perhitungan besaran imbuhan air tanah guna memastikan jumlah air tanah yang bisa dimanfaatkan tidak melebihi imbuhanannya. Berbagai metode perhitungan imbuhan air tanah telah dikembangkan dengan mendasarkan pada air permukaan (neraca saluran air, rembesan, debit aliran dasar, pelacak isotop, pemodelan daerah aliran sungai), zona tidak jenuh air (*lysimeter*, *zero-flux plane*, hukum Darcy, pelacak/*tracers*, pemodelan numerik) dan zona jenuh air (fluktuasi permukaan air tanah, hukum Darcy, pelacak/*tracers*, pemodelan numerik) (Scanlon dkk., 2002). Imbuhan air tanah di Kota Yogyakarta diperkirakan berkisar antara 158 sampai 538 mm/tahun berdasarkan metode fluktuasi muka air tanah (Wilopo & Putra,

2021) sedangkan di daerah Kabupaten Sleman berkisar 171,65 – 1.711,29 mm/tahun berdasarkan metode keseimbangan masa klorida (*chloride mass balance*) dimana semakin ke selatan ke arah elevasi yang lebih rendah menunjukkan penurunan (Adi dkk., 2023). Perubahan fungsi lahan dari daerah pertanian menjadi pemukiman akan mengurangi imbuan airtanah. Pembangunan pondasi dalam untuk gedung-gedung tinggi yang memotong muka air tanah juga akan mempengaruhi pola, arah dan debit aliran air tanah (Wilopo dkk., 2020^b). Oleh karena itu, perlu usaha untuk meningkatkan cadangan airtanah di akuifer yang dapat dilakukan dengan imbuan air tanah buatan menggunakan metode cekungan, metode saluran sungai, metode parit dan alur, metode penggenangan, metode irigasi, metode lubang galian dan metode sumur resapan (Todd and Mays, 2005). Kegiatan imbuan air tanah buatan ini juga telah dilakukan di berbagai wilayah Indonesia, seperti di Kabupaten Sleman dengan membuat embung. Namun demikian, tidak semua embung berfungsi dengan baik karena beberapa embung mengalami kebocoran, tidak ada pengelola dan aturan yang jelas (Wilopo dkk., 2020^c).

Pemanfaatan sumber air tanah sering kali melebihi dari daya dukungnya sehingga menimbulkan dampak negatif seperti penurunan muka air tanah, penurunan permukaan tanah, pencemaran air tanah dan intrusi air laut (Todd & Mays, 2005). Hal ini juga terjadi di wilayah cekungan air tanah Yogyakarta-Sleman yang mengalami penurunan muka air tanah dalam kurun waktu 20 tahun terakhir sekitar 0,10–0,26 m/tahun akibat adanya pengambilan air tanah berlebih, namun kondisi ini berkebalikan untuk beberapa wilayah kota Yogyakarta dimana muka air tanah menunjukkan pola kenaikan sekitar 0,21–0,25 m/tahun (Wilopo dkk., 2021^b). Kondisi ini disebabkan karena adanya imbuan air tanah yang berasal dari rembesan sanitasi limbah rumah tangga (*septic tank*), kebocoran dari saluran limbah cair ataupun kebocoran

dari saluran air bersih. Namun, secara kualitas air rembesan tersebut tidak baik karena banyak mengandung bakteri coli maupun nitrat yang tinggi (Wilopo dkk., 2021^b; Fathmawati dkk., 2018). Pengelolaan limbah rumah tangga, limbah industri dan limbah tambang yang tidak baik menyebabkan pencemaran pada air tanah yang berdampak pada kesehatan lingkungan. Seperti yang terjadi di wilayah kota Yogyakarta yang sebagian besar air tanahnya telah tercemar oleh nitrat maupun bakteri coli (Putro & Wilopo, 2022; Wijayanti dkk., 2018). Oleh karena itu perlu dilakukan usaha pengolahan air yang tercemar agar memenuhi baku mutu air bersih. Berbagai material geologi telah menunjukkan kemampuannya untuk meremediasi air yang tercemar logam berat seperti zeolite (Wilopo dkk., 2010; Thepgnothy dkk., 2017), lignite (Boreborey dkk., 2012), bentonite (Wilopo dkk., 2012), tuff (Wilopo dkk., 2011), pasir besi/ZVI (Boreborey dkk., 2012; Sasaki dkk., 2009; Wilopo dkk., 2008), ataupun dikombinasikan dengan bakteri (Wilopo dkk., 2008; Retnaningrum & Wilopo, 2017). Pesatnya pembangunan di wilayah pantai yang diikuti oleh pengambilan air tanah juga akan memicu terjadinya intrusi air laut (Wilopo dkk., 2021^c). Oleh karena itu, perlu adanya pembatasan jumlah, kedalaman dan debit pemompaan sumur yang ada di sekitar pantai yang diikuti dengan penyediaan sumber air dari wilayah hulu.

Hadirin yang saya hormati

Pengelolaan Sumber Daya Energi dan Mitigasi Bahaya Berkelanjutan

Indonesia kaya akan sumber daya energi maupun tambang yang hampir tersebar merata di semua wilayah Indonesia. Namun dalam proses pengambilannya sering kali terjadi gangguan dari kejadian

bencana baik karena proses alam maupun dipicu oleh aktifitas manusia. Oleh karena kajian risiko pada area pengembangan sumber daya alam sangat penting dilakukan sebagai dasar tindakan mitigasi dan menjamin *business continuity* dari perusahaan. Eksploitasi sumberdaya geologi tersebut harus memperhatikan aspek risiko bencana yang dipicu oleh aktivitas manusia maupun proses alam itu sendiri seperti longsor maupun banjir bandang. Sumber bencana tidak selalu berasal dari daerah yang dikembangkan namun juga bisa berasal dari luar daerah yang kita kembangkan tetapi dampaknya sampai di wilayah kita. Seperti kejadian longsor di Bukit Beriti Besar, Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu pada bulan April 2017 yang mengakibatkan korban jiwa dan merusak fasilitas produksi PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE). Sumber longsor berasal dari Bukit Beriti besar yang berada di luar wilayah PT. PGE yang mempunyai lereng curam, material batuannya mengalami alterasi intensif dan dipicu oleh hujan deras lebih dari 3 hari (Wilopo & Fathani, 2021). Oleh karena itu perlu usaha mitigasi untuk meminimalkan dampak dari bahaya tersebut dengan salah satunya membangun sabo dam (Fathani dkk., 2022). Optimasi juga diperlukan pada kegiatan penambangan terbuka dengan mengoptimalkan sudut lereng sehingga didapatkan cadangan maksimal namun kondisi lereng masih aman (Wijayanto dkk., 2020).

Perubahan iklim mengacu pada perubahan suhu dan pola cuaca dalam jangka panjang (UN, 2023). Perubahan iklim global tersebut bisa terjadi secara alami, karena perubahan aktivitas matahari atau letusan gunung api yang besar. Namun sejak tahun 1800-an, aktivitas manusia telah menjadi pendorong utama perubahan iklim, terutama akibat pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas. Pembakaran bahan bakar fosil ini menghasilkan emisi gas rumah kaca yang bertindak seperti selimut yang menyelimuti bumi, memerangkap panas matahari dan

meningkatkan suhu di bumi. Jenis gas rumah kaca utama yang menyebabkan perubahan iklim adalah karbon dioksida dan metana. Dampak perubahan iklim saat ini mencakup, antara lain, kekeringan, kelangkaan air, kebakaran, naiknya permukaan air laut, banjir, mencairnya es di kutub, bencana badai, dan menurunnya keanekaragaman hayati. Oleh karena itu perlu usaha untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dengan salah satunya menggunakan energi ramah lingkungan seperti energi air (Aspriadi dkk., 2019 ; Widiyantoro dkk., 2019, energi angin (Setyaji dkk., 2020 ; Kresnawan dkk., 2019 ; Prahastono et al, 2023), energi surya (Prahastono dkk., 2023 ; Priyono dkk., 2020 ; Zulkifli dkk., 2020 ; Rizkasari dkk., 2020) atau energi panas bumi. Potensi sumber energi ramah lingkungan di Indonesia sangat besar, namun demikian pemanfaatannya belum maksimal seperti energi panas bumi yang diperkirakan 40% dari cadangan panas bumi di dunia namun pemanfaatannya masih kurang dari 10% dari cadangan yang tersedia (ESDM, 2017).

Hadirin yang saya hormati

Penataan Ruang, Pengelolaan Pembuangan Limbah dan Penyelidikan Penyebaran Pencemaran

Seerti telah disebutkan, wilayah Indonesia rentan terhadap bahaya geologi karena posisinya berada pada pertemuan tiga lempeng besar dunia. Oleh karena itu, penempatan manusia beserta hasil budayanya pada tempat yang aman merupakan kunci pertama dalam aspek pengurangan risiko bencana. Penataan wilayah berbasis informasi bahaya geologi merupakan suatu keharusan untuk menghindari/mengurangi korban jiwa, kerugian ekonomi dan dampak sosial budaya untuk menjamin keberlanjutan pembangunan. Identifikasi kondisi bawah permukaan yang detail

dengan melakukan pemetaan geologi, survei geofisika maupun pemboran akan sangat membantu dalam desain pembangunan infrakstruktur di atasnya sesuai dengan daya dukung geologi (Wilopo dkk., 2022; Wilopo dkk., 2021^d; Wilopo & Karnawati, 2014).

Dari sisi pengembangan wilayah, kita juga harus menempatkan material-material berbahaya yang berpotensi mencemari lingkungan pada kondisi geologi yang stabil dan dapat meminimalkan terjadinya pencemaran. Salah satu material yang berbahaya tersebut adalah limbah gas, cair maupun padat, dimana mengalami pertambahan sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan peningkatan ekonomi masyarakat. Sebagian besar pengelolaan limbah padat/sampah di Indonesia masih mengandalkan sistem *sanitary landfill*. Lokasi *sanitary landfill* harus ditentukan tidak hanya mendasarkan pada aspek ekonomi, sosial budaya saja tetapi juga aspek geologinya sehingga meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti terjadinya pencemaran air tanah (Putra dkk., 2021). Identifikasi potensi penyebaran zat pencemar pada air tanah dapat dilakukan dengan investigasi dilapangan dan pemodelan aliran air tanah serta pergerakan zat pencemar. Pemodelan aliran zat pencemar dapat digunakan untuk mengetahui sebaran pencemar pada saat ini maupun mendatang seperti sebaran airlindi pada TPA sampah (Sun dkk., 2022), intrusi air laut (Wilopo dkk. 2018), maupun sebaran air asam tambang (Rianda dkk. 2019) sehingga bisa dilakukan tindakan mitigasinya.

Penutup

Jumlah penduduk yang terus bertambah dan eksploitasi sumber daya alam yang semakin besar akan memicu berbagai permasalahan lingkungan yang akan menyebabkan timbulnya

bahaya yang mengancam bagi manusia. Di sisi lain, proses dinamika bumi yang terus berlangsung juga akan berpengaruh terhadap kejadian bencana di bumi ini. Dengan jumlah penduduk yang semakin besar dan desakan ekonomi akan membuat banyak masyarakat memanfaatkan daerah yang berbahaya untuk tempat tinggal maupun tempat berusaha yang akan meningkatkan risiko bencana. Oleh karena itu, perlu usaha pendidikan dan penyadaran masyarakat akan pentingnya keamanan dari ancaman bahaya alam atau bahaya yang dipicu oleh aktifitas manusia itu sendiri. Kajian *geohazard* perlu dilakukan pada area yang akan dikembangkan dan daerah di sekitarnya baik untuk keperluan pemukiman, pertanian, industri maupun pertambangan. Sehingga tindakan mitigasi dapat dilakukan untuk menghilangkan maupun meminimalkan dampak bahaya yang akan muncul di kemudian hari. Mitigasi yang efektif dan efisien adalah mitigasi yang melibatkan semua pemangku kepentingan dan semua unsur masyarakat. Teknologi mitigasi bencana maupun sistem peringatan dini tidak perlu harus sangat maju, tetapi harus tepat guna dan tepat sasaran di sesuaikan dengan kondisi sumber daya manusia yang ada, infrastruktur, kondisi ekonomi dan sosial budaya masyarakat untuk menjamin keberfungsian dan keberlanjutan dari teknologi tersebut. Negara akan kuat menghadapi bencana apabila masyarakatnya tangguh menghadapi bencana.

Perubahan iklim global merupakan hal yang tidak bisa kita hindari, namun kita semua bisa berkontribusi untuk memperlambat proses dan meminimalkan dampaknya. Oleh sebab itu, kita harus memulai untuk memanfaatkan sumber daya energi yang ramah lingkungan dan semua harus siap untuk melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim tersebut dalam semua aspek kehidupan untuk menyelamatkan bumi. Pemanfaatan sumber daya alam harus sebanding dengan pembentukan dari sumber daya tersebut. Maka perlu usaha meminimalkan pengambilan langsung dari alam

dengan cara melakukan pengolahan kembali terhadap sumber material yang sudah ada ataupun mencari sumber material alternatif yang mempunyai fungsi dan kegunaan yang sama.

Hadirin yang saya muliakan dan saya hormati

Sebagai akhir kata, perkenankan saya mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyampaikan pidato pengukuhan Guru Besar dan semoga saya diberi kekuatan untuk memegang amanah dalam jabatan baru ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia yang telah memberi kepercayaan kepada saya untuk memegang jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik UGM. Terima kasih saya sampaikan kepada Ketua Departemen dan Dosen Teknik Geologi FT UGM, Senat Fakultas Teknik UGM, Dekan Fakultas Teknik UGM beserta jajarannya, Majelis Guru Besar UGM, dan Rektor UGM beserta jajarannya yang telah memproses, menyetujui dan mengusulkan kenaikan jabatan saya ke Pemerintah Republik Indonesia.

Saya ucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada guru saya: Prof. Ir. Dwikorita Karnawati, M.Sc., Ph.D. dan Prof. Ir. Dr. rer.nat Heru Hendrayana yang telah memberikan tauladan dan membimbing saya sejak awal karir di Fakultas Teknik UGM. Terima kasih saya sampaikan kepada rekan saya Prof. Teuku Faisal Fathani, Ph.D, IPU. ASEAN-Eng yang telah bersama-sama membesarkan Pusat Unggulan dan Inovasi Teknologi Mitigasi Kebencanaan UGM (GAMA-InaTEK). Terima kasih juga saya sampaikan kepada Dr.rer.nat. Ir. Doni Prakasa Eka Putra, S.T., M.T., IPM yang telah mendukung dan menjadi tempat berkeluh kesah selama menjalani karier saya di Departemen Teknik Geologi.

Selanjutnya terima kasih atas bimbingan dan dukungan dari para guru saya di Teknik Geologi yang sudah purna tugas Ir. Soekardi, Ir. Wartono Rahardjo, Ir. Marno Datun, Ir. Suharyadi, M.S., Ir. Soetoto, S.U., Ir. Widiasmoro, M.T., Ir. Djabar Soepomo Ir. Sugeng Wiyono, M.S., Ir. Budianto Toha, M.Sc, Ir. Djoko Wintolo, DEA dan Prof. Dr. Ir. Subagyo Pramumijoyo, DEA. Terima kasih juga kami sampaikan kepada I Gde Budi Indrawan, Ph.D., Dr.Eng. Wawan Budianta dan Hendy Setiwan Ph.D. yang telah bersama-sama mengembangkan Laboratorium Geologi Tata Lingkungan di UGM. Terima kasih dan apresiasi tinggi juga saya ucapkan kepada Bapak/Ibu Dosen dan para asisten di Tim GAMA-EWS, PUI PT GAMA-InaTEK, Comdev, StIRRRD dan *Unconventional Geo-Resources Research Group* (UGRG).

Rasa hormat setinggi-tingginya dan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada pembimbing saya pada program S1: Ir. Suharyadi MS; pembimbing S2: Dr. Suthorn Pumjan; serta pembimbing S3: Prof. Keiko Sasaki dan Prof. Tsuyoshi Hirajima; kepada Bapak/Ibu dosen beserta tenaga kependidikan di Departemen Teknik Geologi FT UGM, para guru SMAN 1 Bantul, SMPN 1 Bantul, SDN K Manding, dan TK Lembagatama yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih juga saya sampaikan kepada Prof. Ir. Sudjarwadi, M.Eng., Ph.D yang telah memberikan kesempatan dan dukungan kepada saya untuk mengikuti program AUNSEED-Net angkatan pertama walaupun pada saat itu belum resmi sebagai staff UGM. Terima kasih yang tulus juga saya sampaikan kepada teman-teman SD, SMP, SMA dan Teknik Geologi UGM, Alumni Chulalongkorn University 2002-2004, Alumni Kysuhu University 2005-2008 dan Kepada Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, Ph.D., IPU, ASEAN-Eng dan Prof. Himawan Tri Bayu Murti Petrus, ST., ME., D.Eng. terhadap koreksi naskah ini. Terima kasih juga saya haturkan kepada Ir. Adi

Maryono, M.Sc Director PT J Resources Asia Pasific Tbk atas segala bantuan dan dukungannya.

Sungguh sebuah kebahagiaan yang tak terhingga atas kehadiran kedua orang tua saya, Ayahanda Dalijan dan Ibunda Suwarsi yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang. Juga kepada Bapak-Ibu mertua saya (Alm) Bapak Suhartono dan (Alm) Ibu Andi Sungkowarsih yang senantiasa mengasuh saya dengan doa, bimbingan dan dukungannya dalam setiap langkah pengabdian saya di UGM. Rasa hormat dan terima kasih tidak akan pernah cukup untuk beliau semua. Terima kasih juga saya ucapkan kepada kakak Tatik Wardayati beserta keluarga dan adik Wandhansari beserta keluarga yang selalu mendukung dalam segala hal.

Kepada isteri saya tercinta Dian Ekawarsih Kusuwardhani dan anak-anak terkasih Chandani Hadaya Cetta dan Kei Atta Javas Nararya, terima kasih atas kasih sayang, dukungan dan pengorbanannya. Semoga Allah selalu meridhoi dan memberikan hidayah-Nya untuk masa depan yang terbaik bagi anak-anak kami, agar berguna bagi sesama.

Kepada hadirin sekalian, saya mengucapkan terima kasih atas kehadiran, keikhlasan dan kesabarannya untuk mengikuti acara pidato pengukuhan guru besar ini.

Sekian, wassalaamu'alaikum warrahmatullaahi wabarakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R.D.W., Wilopo, W., Setiawan, H., 2023, Groundwater Recharge Estimation Using Chloride Mass Balance (CMB) Method on the Southern Slope of Merapi Volcano, Indonesia. *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, 12(3):
- Alexander, D. E., and R. W. Fairbridge, eds. 1999. *Environmental geology*. Encyclopedia of Environmental Science. The Netherlands: Springer. 741p.
- Amalina, A.N., Fathani, T.F., Wilopo, W. 2022. Comparison of SPT and Vs-based Liquefaction Assessment on Young Volcanic Sediment: A Case study in Bantul District of Yogyakarta, Indonesia. *CIVENSE* 5(2): 171–182.
- Ariyati, P.S., Fathani, T.F., Wilopo, W. 2018. Pemetaan Risiko Multi Bencana Kota Balikpapan. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 9(1):52-65.
- Arrisaldi, T., Wilopo, W., Fathani, T.F. 2021. Landslide Susceptibility Mapping and Their Rainfall Thresholds Model in Tinalah Watershed, Kulon Progo District, Yogyakarta Special Region, Indonesia. *Journal of Applied Geology* 6(2): 112-118.
- Aspriadi, F., Sulaiman, M., Wilopo, W. 2019. Perancangan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kawasan Perkebunan Teh PT. Pagilaran Batang, Jawa Tengah. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi* 11(1): 37-48.
- Behrens, J., Løvholt, F., Jalayer, F., Lorito, S., Salgado-Gálvez, M.A., Sørensen, M., Abadie, S., Aguirre-Ayerbe, I., Aniel-Quiroga, I., Babeyko, A., Baiguera, M., Basili, R., Belliazzi, S., Grezio, A., Johnson, K., Murphy, S., Paris, R., Rafliana, I., De Risi, R., Rossetto, T., Selva, J., Taroni, M., Del Zoppo, M., Armigliato, A., Bures̃, V., Cech, P., Cecioni, C., Christodoulides, P., Davies, G., Dias, F., Bayraktar< H.B., González, M., Gritsevich, M., Guillas, S., Harbitz, C.B., Kano ^ glu˘, U., Macías, J., Papadopoulos, G.A., Polet, J., Romano, F., Salamon, A., Scala, A., Stepinac, M., Tappin, D.R., Thio, H.K., Tonini, R., Triantafyllou, I., Ulrich, T., Varini, E., Volpe, M. and Vyhmeister, E. 2021. Probabilistic Tsunami Hazard and Risk Analysis: A Review of research gaps. *Front. Earth Sci.* 9:628772, 28p.
- Bell, F.G. 1998. *Environmental Geology: Principles and Practice* 1st Edition, Wiley-Blackwell, 608p.
- BNPB, 2020. Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2020-2024, 171p.

- BNPB. 2023. Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) tahun 2022. BNPB, 353p.
- Boreborey, T., Wilopo, W., Putra, D.P.E. 2012. Removal of Copper from Water Using Columns Experiment of Lignite, Shale, and Iron sand. *Journal of Applied Geology* 4 (1): 22-28.
- Doyle, P. Environmental Geology. In *Encyclopedia of Geology*; Selley, R.C., Cocks, L.R.M., Plimer, I.R., Eds.; Elsevier: Oxford, UK, 2005; pp. 25–33.
- ESDM. 2017. Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1 dan 2, Ditjen EBTKE dan Badan Geologi, Kementrial ESDM.
- Faris F. and Fathani T.F., 2013. A Coupled hydrology Slope Kinematics Model for Developing Early Warning Criteria in the Kalitlaga Landslide, Banjarnegara, Indonesia. *Progress of Geo-Disaster Mitigation Technology in Asia, Environmental Science and Engineering, Springer, Part II*: 453- 467.
- Fathani T.F., Karnawati D., Wilopo W. 2016. An Integrated Methodology to Develop a Standard for Landslide Early Warning Systems. *Journal of Natural Hazards and Earth System Sciences (NHES)*, 16(9): 2123-2135.
- Fathani T.F., Karnawati D., Wilopo W., 2014. An Adaptive and Sustained Landslide Monitoring and Early Warning System. *Landslide Science for a Safer Geoenvironment, Methods of Landslide Studies*, Springer, Vol. 2: 563-567.
- Fathani T.F., Karnawati D., Wilopo W., 2017. Promoting a Global Standard for Community-based Landslide Early Warning System. *Advancing Culture of Living with Landslides*, Springer, Vol. 1: 355-361.
- Fathani, T. F., Wilopo, W., Amalina, A. N., Pramaditya, A. 2022. Debris Flow Hazard Analysis Toward The Implementation of Mitigation Measures. *GEOMATE Journal*, 23(95): 45–56.
- Fathani, T.F. and Wilopo, W. 2017. Seismic Microzonation Studies Considering Site Effects for Yogyakarta City, Indonesia. *Geomate Journal* 12(32):152-160.
- Fathani, T.F., Wilopo, W., Daly, M. and Glassey, P., 2017^b. Penguatan Ketangguhan Indonesia Melalui Pengurangan Risiko Bencana (StIRRRD). In *Proc Seminar Nasional Pengurangan Risiko Bencana*.
- Fathmawati, F., Fachiroh, J., Sutomo, A. H., & Putra, D. P. E. 2018. Origin and Distribution of Nitrate in Water Well of Settlement Areas in Yogyakarta, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(628), 628.
- Fauzy, A.I., Erzagian, E., Wilopo, W. 2022. Analysis of Liquefaction Potential Based on CPT Data in the Samas Coastal Area, Bantul Regency, Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Proceedings of the International*

- Conference on Sustainable Environment, Agriculture and Tourism*, Atlantis Press. 618-622.
- Ferardi, F.D., Wilopo, W., Fathani, T.F. 2018. Rainfall Tresholds for Landslide Prediction in Loano Sub-District, Purworejo Distrcit, Central Java Province. *Journal of Applied Geology*, 3(1): 23 -31.
- Fetter, C.W. and Kreamer, D. 2022. Applied Hydrogeology, 5th ed. Waveland Pr Inc, 625p
- Haque U, da Silva P.F., Devoli G., Pilz J., Zhao B., Khaloua A., Wilopo W., Andersen P., Lu P., Lee J., Yamamoto T., Keellings D., Wu J.H, Glass G.E. 2019. The Human Cost of Global Warming: Deadly Landslides and Their Triggers (1995–2014). *Science of The Total Environment*, 682: 673-684.
- International Association for Engineering Geology and The Environment (IAEG), 1992. IAEG Statutes. 8p.
- ISO 22328-1:2020 General Guidelines for Implementation of a Community-Based Disaster Early Warning System. ISO/TC 292 Security and Resilience – Emergency Management.
- Jalil, A., Fathani, T.F., Satyarno, I., Wilopo, W. 2020. A Study on the Liquefaction Potential in Banda Aceh City after 2004 Sumatera Earthquake. *Geomate Journal* 18(65): 147-155.
- Jalil, A., Fathani, T.F., Satyarno, I., Wilopo, W. 2021. Liquefaction in Palu: The Cause of Massive Mudflows. *Geoenvironmental Disaster* 8(1): 21p.
- Karnawati, D., Fathani, T.F., Wilopo, W., Handayani, B. 2018. Community Hazard Maps for Landslide Risk Reduction, In book: *Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools*. Springer, 8p.
- Karnawati, D., Maarfi, S., Fathani, T.F., Wilopo, W. 2013. Development of Socio-technical Approach for Landslide Mitigation and Risk Reduction Program in Indonesia. *ASEAN Engineering Journal Part C*, 2(1): 22-49.
- Kresnawan, M.R., Setiawan, A.A., Wilopo, W. 2019. Optimal Sizing Scenario of Hybrid Wind-PV Energy in Coastal Road Balikpapan. *AIP Conference Proceedings* 2085(1) AIP Publishing.
- Makealoun, S., Putra, D.P.E., Wilopo, W. 2015. Landslide Susceptibility Assessment of Kokap Area Using Multiple Logistic Regression. *Journal of Applied Geology* 6(2): 53-61.
- Mudashiru, R.B., Sabtu, N., Abustan, I., Balogun, W. 2021. Flood Hazard Mapping Methods: A review. *Journal of Hydrology*, 603(A): 30p.
- Odm, L., Erzagian, E., Wilopo, W. 2022. Flood Assessment after Cempaka Cyclone 2019 in Imogiri District, Bantul Regency of Yogyakarta, Indonesia, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1071 012008

- Ogburn, S.E., Charlton, D., Norgaard, D., Wright, H.M., Calder, E.S., Lindsay, J., Ewert, J., Takarada, S., Tajima, Y. 2023. The Volcanic Hazard Maps Database: an initiative of the IAVCEI Commission on Volcanic Hazards and Risk. *J Appl. Volcanol.* 12(2). 25p.
- Prahastono, S.A., Setiawan, A.A., Wilopo, W. 2023. Perancangan Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Berbasis Tenaga Hibrida untuk Meningkatkan Rasio Elektrifikasi (Studi Kasus: Kecamatan Tulakan, Kabupaten Pacitan). *Journal Altron; Journal of Electronics, Science & Energy systems 2* (2): 18-29.
- Priyono, S., Wilopo, W., Ridwan, M.K. 2020. Performance of Rooftop Photovoltaic System with Additional Water Cooling System. *ASEAN Journal of Systems Engineering* 4(2): 57-62.
- Putra, D.P.E., Atmaja, R.R.S., Wilopo, W., Hadi, P. 2021. Kajian Daya Dukung Geologi Rencana Lokasi Tempat Pembuangan Akhir di Desa Botok, Magetan, Jawa Timur. *Majalah Geografi Indonesia* 35(1): 14-21.
- Putro, S.D.S. and Wilopo, W. 2022. Assessment of Nitrate Contamination and Its Factors in The Urban Area of Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 9(4): 3643-3652.
- PVMBG. 2021. Tipe Gunung Api di Indonesia A, B dan C. <https://magma.esdm.go.id/v1/edukasi/tipe-gunung-api-di-indonesia-a-b-dan-c>.
- Ramadhani S., Rifa`i A., Suryolelono K.B., Wilopo W. 2018. Slope Stability of Metamorphic Rocks Based on Rock Mass Classification at Poboya Gold Mine, Central Sulawesi Province. *International Review of Civil Engineering (I.R.E.C.E)* 9(3): 91-97.
- Retnaningrum, E. and Wilopo, W. 2017. Removal of Sulphate and Manganese on Synthetic Wastewater in Sulphate Reducing Bioreactor using Indonesian Natural Zeolite. *Indonesian Journal of Chemistry* 17 (2), 203-210.
- Rianda, A.A.S., Putra, D.P.E., Wilopo, W. 2019. Groundwater Flow Modeling at Sejong Watershed, Sumbawa, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Journal of Applied Geology*, 4(2): 43–57.
- Rizkasari, D., Wilopo, W., Ridwan, M.K. 2020. Potensi Pemanfaatan Atap Gedung untuk PLTS Di Kantor Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan Dan Energi Sumber Daya Mineral (PUP-ESDM) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Appropriate Technology for Community Services* 1(2): 104-112.

- Sasaki, K., Nakano, H., Wilopo, W., Miura, Y., Hirajima, T. 2009. Sorption and Speciation of Arsenic by Zero-valent Iron. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 347 (1-3): 8-17.
- Scanlon, B.R.; Healy, R.W.; Cook, P.G. 2002. Choosing Appropriate Techniques for Quantifying Groundwater Recharge. *Hydrogeology Journal*, 10:18–39.
- Sekarlangit, N., Fathani, T.F., Wilopo, W. 2022. Landslide Susceptibility Mapping of Menoreh Mountain using Logistic Regression, *Journal Applied Geology* 7(1): 51-63.
- Setiawan H., Wilopo W., Wiyoso T., Karnawati D., Fathani T.F. 2019. Investigation and Numerical Simulation of the 22 February 2018 Landslide-triggered Long-traveling Debris Flow at Pasir Panjang Village, Brebes Regency of Central Java, Indonesia. *Landslides*, 16: 2219–2232.
- Setiawan, H., Retnaningrum, E., Arrisaldi, T., Wilopo, W. 2021. Capacity Building and Community Preparedness Towards Landslide Disaster in Pagerharjo Village, Kulon Progo Regency of Yogyakarta, Indonesia. In: Sassa, K., Mikoš, M., Sassa, S., Bobrowsky, P.T., Takara, K., Dang, K. (eds) *Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk*. WLF 2020. ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction. Springer, Cham.
- Setyaji, I., Budiman, A., Wilopo, W., Prasetyo, R.B. 2020. Wind Farm Location Selection at The Southern Coast of Yogyakarta Province for Energy Supply of Hydrogen Fuel Production. *ASEAN Journal of Systems Engineering*, 4(2): 31-39.
- Shano, L., Raghuvanshi, T.K. & Meten, M. 2020. Landslide Susceptibility Evaluation and Hazard Zonation Techniques – A Review. *Geoenviron Disasters* 7(18): 1-19.
- Sinarta I.N., Rifa'i A., Fathani T.F., Wilopo W. 2017. Slope Stability Assessment using Trigger Parameters and SINMAP Methods on Tamblingan-Buyan Ancient Mountain area in Buleleng Regency, Bali. *Geosciences (Switzerland)* 7(4): 1-16.
- Sinarta I.N., Rifa'i A., Fathani T.F., Wilopo W. 2020. Spatial Analysis of Safety Factors due to Rain Infiltration in the Buyan-Beratan Ancient Mountains. *International Review of Civil Engineering (I.R.E.C.E)* 11(2): 90-97.
- SNI 8840-1:2019 Sistem peringatan dini bencana - Bagian 1: Umum.
- Sun, X., Jiang, Y., Huang, Y., Su, Y., Miao, K. 2022. Modelling Groundwater Flow and Contaminant Migration in Heterogeneous Fractured Media at a Municipal Solid Waste Landfill in Nanjing Lishui, China. *Geofluids*, 2022:15p.

- Thein, P.S., Pramumijoyo, S., Brotopuspito, K.S., Kiyono, J., Wilopo, W., Furukawa, A., Setianto, A. 2014. Estimation of Seismic Ground Motion and Shaking Parameters based on Microtremor Measurements at Palu City, Central Suluwesi Province, Indonesia. *International Journal of Geological and Environmental Engineering* 8(5): 308-319.
- Thepnothy, M., Putra, D.P.E., Wilopo, E. 2017. Removal of Selenium (Se) and Zinc (Zn) in Water by Using Natural Zeolitic Tuff as Adsorbent from Tegalrejo Area, Gedangsari District, Gunungkidul Regency, Special Province Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Applied Geology*, 2(2): 70-77.
- Thompson, M.A., Lindsay, J.M. & Gaillard, J. 2015. The Influence of Probabilistic Volcanic Hazard Map Properties on Hazard Communication. *J Appl. Volcanol.* 4, 6. 24p.
- Todd, D.K. and Mays, L.W. 2005. Groundwater Hydrology, John Wiley & Sons, Inc. 663p.
- UN. 2023. What is Climate Change ?, <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>. Access on Sept 9, 2023.
- UNDRR. 2023^a. SDGs with Targets related to Disaster Risk, <https://www.preventionweb.net/sustainable-development-and-drr/sdgs-targets-related-disaster-risk>. Access on Sept 9, 2023.
- UNDRR. 2023^b. Disaster Risk, <https://www.undrr.org/terminology/disaster-risk>. Access on Sept 9, 2023.
- UNISDR. 2006. Developing an Early Warning System: a Checklist, The Third International Conference on *Early Warning* (EWC III), Bonn, Jerman. 10p.
- UNISDR. 2015. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030, UN, Geneva, Switzerland, 37p.
- Usiono, Utami, T., Nasution, F., Nanda, M. 2018. Disaster Management- Perspektif Kesehatan dan Kemanusiaan, Perdana Publishing, Medan, 208p.
- Widiyanto, W.P., Wilopo, W., Sulaiman, M. 2019. Studi Potensi Pengembangan PLTMH di Kawasan Perkebunan Teh PT. Pagilaran Kabupaten Batang. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi* 11(1): 59-68.
- Wijayanti Y., Yuniasih, B., Verma, N., Kridiarto, A.W., Safitri, L. 2018. Groundwater Quality Mapping of Yogyakarta City, Sleman, Kulonprogo and Bantul Regency area of Yogyakarta Province, *Earth and Environmental Science* 195 (2018) 012012.

- Wijayanto, T.M., Wilopo, W., Indrawan, I.G.B., Sunarko. 2020. Relationship Between Pit Slope Design and Coal Reserve Estimation in Pit X, Muara Enim, South Sumatra Province, *E3S Web Conference 200*, 02021, 6p.
- Wilopo W. and Fathani, T.F. 2021. The Mechanism of Landslide-induced Debris Flow in Geothermal Area, Bukit Barisan Mountains of Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Engineering Science*, 19 (3), 688-697.
- Wilopo W. and Putra D.P.E. 2021. Groundwater Fluctuation Patterns and Groundwater Recharge Estimation in Unconfined Aquifer of Yogyakarta City, Indonesia. *Kuwait Journal of Science*, 48 (2): 1-11.
- Wilopo W., Putra D.P.E, Setiawan H., Setyawan K.D. 2020^b. Impact Assessment of Apartment Building Foundation to Terban Spring Discharge, Yogyakarta City. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 7 (3): 2111-2122.
- Wilopo W., Putra D.P.E., Hendrayana H. 2021^b. Impacts of Precipitation, Land Use Change and Urban Wastewater on Groundwater Level Fluctuation in the Yogyakarta-Sleman Groundwater Basin, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(76): 14p.
- Wilopo W., Risanti R., Susatio R., Putra D.P.E. 2021^c. Seawater Intrusion Assessment and Prediction of Sea-freshwater Interface in Parangtritis Coastal Aquifer, South of Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 8 (3): 2709-2718.
- Wilopo, W. and Fathani, T.F. 2021. The Mechanism of Landslide-Induced Debris Flow in Geothermal Area, Bukit Barisan Mountains of Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Engineering Science*, 19(3): 688-697.
- Wilopo, W. and Karnawati, W. 2014. Identification of Landslide Dimension Based on Seismic Refraction Survey in Tengkluk Village, Karanganyar, Central Java. *ASEAN Engineering Journal* 3(1): 21-29.
- Wilopo, W., Erzagian, E., Ratri, D., Fathani, T.F. 2021^a. Landslide Susceptibility Assessment in Trenggalek, East Java, Indonesia: A Geological Overview. In: Hazarika, H., Madabhushi, G.S.P., Yasuhara, K., Bergado, D.T. (eds) *Advances in Sustainable Construction and Resource Management. Lecture Notes in Civil Engineering*, 144. Springer, Singapore.
- Wilopo, W., Haryono, S.N., Putra, D.P.E., Warmada, I.W., Hirajima, T. 2010. Copper (Cu²⁺) Removal from Water Using Natural Zeolite From Gedangsari, Gunungkidul, Yogyakarta. *Journal of Applied Geology* 2 (2): 117-120.

- Wilopo, W., Putra, D.P.E., Wibowo, D.A. 2018. Groundwater Flow Modeling in The Wates Coastal Aquifer, Kulon Progo District, Yogyakarta Special Province, Indonesia. *GEOMATE Journal*, 14(41): 119–125.
- Wilopo, W., Putra, D.P.E., Fathani, T.F., Erzagian, E., Handini, E. 2019. Community empowerment for landslide disaster mitigation in Ngrancah hamlet, Pendoworejo village, Kulon Progo district, Indonesia, *Proceedings of CWMD International Conference 2019* September 19-21, 2019, Kumamoto University, Japan.
- Wilopo, W., Putra, D.P.E., Fathani, T.F., Pramaditya, A., Tandirerung, R., Erzagian, E. 2023. Comparison of Two Landslide Hazard Zonation Methods in The Volcanic Terrain of Temanggung Regency, Central Java, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 10(3): 4537-4546.
- Wilopo, W., Putra, D.P.E., Fathani, T.F., Widodo, S., Pratama, G.N.I.P., Nugroho, M.S., Prihadi, W.R. 2022. Identification of Subsidence Hazard Zone by Integrating Engineering Geological Mapping and Electrical Resistivity Tomography in Gunung Kidul Karst Area, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 9(2): 3281-3291.
- Wilopo, W., Putra, D.P.E., Warmada, I.W. 2012. Removal of Lead (Pb^{2+}) From Aqueous Solutions by Natural Bentonite. *J. Se Asian Appl. Geol.*, 4 (1): 36-41.
- Wilopo, W., Putra, D.P.E., Susatio, R. 2020^a. Aquifer Distribution and Groundwater Geochemistry in Bojonegoro Sub-district, Bojonegoro District, East Java Province, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 7(4): 2327-2335.
- Wilopo, W., Rahman, D., Putra, D.P.E., Warmada, I.W. 2011. Removal of Mercury (Hg) from Contaminated Water at Traditional Gold Mining area in Central Kalimantan, *J. SE Asian Appl. Geol.*, 3 (2), 125 – 128.
- Wilopo, W., Rahman, M.H., Putra, D.P.E. 2020^b. Assessment of Groundwater Resources Potential using Geoelectrical Method and Slug Test in Tegal District, Central Java Province, Indonesia. *E3S Web Conf.*, 200 (2020) 02003, 5p.
- Wilopo, W., Sasaki, K., Hirajima, T., Yamanaka, T. 2008. Immobilization of Arsenic and Manganese in Contaminated Groundwater by Permeable Reactive Barriers using Zero Valent Iron and Sheep Manure. *Materials transactions* 49 (10), 2265-2274.

- Wilopo, W., Setiawan, H., Putra, D.P.E. 2020^c. Evaluation of Artificial Reservoir Management in Sleman Regency, Yogyakarta Special Region. *Jurnal Presipitasi*, 17(3): 205-214.
- Wilopo, W., Setiawan, H., Putra, D.P.E., Fathani, T.F. 2021^d. Identification of Sliding Surface and Crack Pattern in the Soil Creep, Case Study: Unika Soegijapranata Campus, Semarang, Central Java, Indonesia. In: Tiwari, B., Sassa, K., Bobrowsky, P.T., Takara, K. (eds) *Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk*. WLF 2020. ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction. Springer, Cham. 451-457.
- Zulkifli, Wilopo, W., Ridwan, M.K. 2020. An Analysis of Energy Production of Rooftop on Grid Solar Power Plant on a Government Building (A Case Study of Setjen KESDM Building Jakarta). *Journal of Physical Science and Engineering (JPSE)* 4(2): 55-66.

BIODATA



Nama : Prof. Dr.Eng. Ir. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng, IPM
 Tempat, : Yogyakarta, 19
 Tgl Lahir : November 1975
 NIP : 197511192002121002
 Pangkat : Pembina
 Golongan : IVa
 Jabatan : Guru Besar

Unit Kerja : Fakultas Teknik, Departemen Teknik Geologi
 Alamat Kantor : Departemen Teknik Geologi, FT UGM, Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta 55281
 Alamat Rumah : Jl. Pengok Kidul No. 19, Baciro, Gondokusuman, Yogyakarta
 Keluarga : dr. Dian Ekawarsih Kusuma Wardhani (istri)
 Chandani Hadaya Cetta (anak)
 Kei Atha Javas Nararya (anak)

Riwayat Pendidikan:

1982 – 1988 SDK Manding, Sabdodadi, Bantul
 1988 – 1991 SMP Negeri 1 Bantul
 1991 – 1994 SMA Negeri 1 Bantul
 1994 – 1999 Jurusan Teknik Geologi, FT UGM (S.T.)
 2002 – 2004 Mining Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand (M.Eng.)
 2005 – 2008 Earth Resources Engineering, Kyushu University, Fukuoka, Japan (Dr.Eng.)
 2019 Ir. (*Professional Engineer*), PSPPI FT-UGM, Universitas Gadjah Mada

Riwayat Pekerjaan:

1. Dosen dan Peneliti di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada (2002 – sekarang)
2. Kepala Laboratorium Pusat, DTGL FT UGM (2015- sekarang)
3. Wakil Direktur Program *Strengthened Indonesian Resilience: Reducing Risk from Disasters* (StIRRRD) (2011 – sekarang)
4. Wakil Ketua Pusat Unggulan dan Inovasi (PUI) Teknologi Mitigasi Kebencanaan UGM (GAMA-InaTEK) (2017 – sekarang)

Anggota Profesi:

- 2008 – sekarang *International Consortium on Landslides (ICL)*
 2017 – sekarang *Global Alliance for Disaster Risk Reduction (GADRI)*
 2018 – sekarang Persatuan Insinyur Indonesia (PII)
 2004 – sekarang Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI)
 2017 – sekarang Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI)
 2016 – sekarang Persatuan Ahli Air tanah Indonesia (PAAI)

Publikasi terpilih dalam 5 tahun terakhir

1. Wilopo, W., Putra, D.P.E., Fathani, T.F., Pramaditya, A., Tandirerung, R., Erzagian, E. 2023. Comparison of Two Landslide Hazard Zonation Methods in The Volcanic Terrain of Temanggung Regency, Central Java, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 10(3), 4537-4546.
2. Wilopo, W., Putra, D.P.E., Fathani, T.F., Widodo, S., Pratama, G.N.I.P., Nugroho, M.S. 2022. Identification of Subsidence Hazard Zone by Integrating Engineering Geological Mapping and Electrical Resistivity Tomography in Gunung Kidul Karst Area, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 9(2), 3281-3291.
3. Wilopo, W. and Fathani, T.F. 2021. The Mechanism of Landslide-induced Debris Flow in Geothermal Area, Bukit Barisan Mountains of Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Engineering Science* 19(3), 688-697.
4. Wilopo, W. and Putra, D.P.E., 2021. Groundwater Fluctuation Patterns and Groundwater Recharge Estimation in Unconfined Aquifer of Yogyakarta City, Indonesia. *Kuwait Journal of Science* 48(2): 1-11.
5. Wilopo W., Risanti R., Susatio R., Putra D.P.E. 2021^c. Seawater Intrusion Assessment and Prediction of Sea-freshwater Interface in Parangtritis Coastal

- Aquifer, South of Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 8 (3): 2709-2718.
6. Wilopo, W., Putra, D.P.E., Hendrayana, H. 2021. Impacts of Precipitation, Land Use Change and Urban Wastewater on Groundwater Level Fluctuation in the Yogyakarta-Sleman Groundwater Basin, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment* 193(2), 76:14p.
 7. Wilopo, W., Putra, D.P.E., Susatio, R. 2020^a. Aquifer Distribution and Groundwater Geochemistry in Bojonegoro Sub-district, Bojonegoro District, East Java Province, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 7(4): 2327-2335.
 8. Haque U, da Silva P.F., Devoli G., Pilz J., Zhao B., Khaloua A., Wilopo W., Andersen P., Lu P., Lee J., Yamamoto T., Keellings D., Wu J.H, Glass G.E. 2019. The Human Cost of Global Warming: Deadly Landslides and Their Triggers (1995–2014). *Science of The Total Environment*, 682: 673-684.
 9. Wilopo, W., Putra, D.P.E., Wibowo, D.A. 2018. Groundwater Flow Modeling in The Wates Coastal Aquifer, Kulon Progo District, Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Geomate Journal* 14(41), 119-125.

**SURAT PERNYATAAN TELAH MEREVIEW
NASKAH PIDATO PENGUKUHAN GURU BESAR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, S.T., M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
NIP : 197505261999031002
Pangkat/Gol : Guru Besar/IVE
Jabatan : Guru Besar

Dengan ini menyatakan telah melakukan telaah naskah pidato dengan judul **“Geologi Lingkungan Untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan”** dan memberikan masukan perbaikan. Kami melakukan pengecekan struktur pidato dan tidak bertanggung jawab terkait konten naskah pidato. Naskah tersebut akan dibacakan pada acara Pidato Pengukuhan Guru Besar bagi dosen Fakultas Teknik UGM atas nama:

Nama : Prof. Dr.Eng.Ir. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng, IPM
NIP : 197511192002121002
Pangkat/Gol : Guru Besar/IVA
Jabatan : Guru Besar

Demikian Surat Pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 September 2022
Reviewer,



Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, S.T., M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng

**SURAT PERNYATAAN TELAH MEREVIEW
NASKAH PIDATO PENGUKUHAN GURU BESAR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Prof. Himawan Tri Bayu Murti Petrus, S.T., M.E., D.Eng
NIP : 197806092002121003
Pangkat/Gol : Guru Besar/IVB
Jabatan : Guru Besar

Dengan ini menyatakan telah melakukan telaah naskah pidato dengan judul **“Geologi Lingkungan Untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan”** dan memberikan masukan perbaikan. Kami melakukan pengecekan struktur pidato dan tidak bertanggung jawab terkait konten naskah pidato. Naskah tersebut akan dibacakan pada acara Pidato Pengukuhan Guru Besar bagi dosen Fakultas Teknik UGM atas nama:

Nama : Prof. Dr.Eng.Ir. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng, IPM
NIP : 197511192002121002
Pangkat/Gol : Guru Besar/IVA
Jabatan : Guru Besar

Demikian Surat Pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 September 2022
Reviewer,



Prof. Himawan Tri Bayu Murti Petrus, S.T., M.E., D.Eng

Perbaikan Pertama
Tanggal 15 Agustus 2023



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**
PENETAPAN ANGKA KREDIT JABATAN FUNGSIONAL DOSEN
NOMOR : 889/E4/KP/GB/2023

Masa Penilaian Tanggal 01 Januari 2017 sampai dengan 31 Desember 2022

I		KETERANGAN PERORANGAN				
1.	Nama	Dr. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng.				
2.	NIP/NIDN	197511192002121002/0019117505				
3.	Tempat dan tanggal lahir	Yogyakarta, 19 November 1975				
4.	Jenis kelamin	Laki-laki				
5.	Pendidikan Tertinggi	Doktor (S3) Tahun 2008				
6.	Pangkat, golongan ruang, tmt	Pembina, IV/a, 01 April 2017				
7.	Jabatan fungsional, tmt	Lektor Kepala (432,54 kum), 01 Januari 2017				
8.	Fakultas/jurusan	Teknik/Teknik Geologi				
9.	Masa kerja golongan ruang	a. Lama	14 Tahun 04 Bulan			
		b. Baru	20 Tahun 06 Bulan			
10.	Unit Kerja	Universitas Gadjah Mada				
II		PENETAPAN ANGKA KREDIT		Lama	Baru	Jumlah
1.	UNSUR UTAMA					
	A.	Pendidikan				
		Mengikuti Pendidikan dan memperoleh gelar/ijazah	200	-	200	
	B.	Melaksanakan Pendidikan Pengajaran	80	249,50	329,50	
	C.	Melaksanakan Penelitian	80	293,70	373,70	
	D.	Melaksanakan Pengabdian pada Masyarakat	20	61	81	
		Jumlah Unsur Utama	380	604,20	984,20	
2.	UNSUR PENUNJANG		20	47	67	
	Penunjang Tugas Dosen					
	Jumlah Unsur Penunjang		20	47	67	
Jumlah Unsur Utama dan Unsur Penunjang		400	651,20	1.051,20		
III	Dapat diangkat dalam jabatan akademik/fungsional dosen sebagai Guru Besar/Profesor, terhitung mulai tanggal 01 Juni 2023 dalam bidang Ilmu Geologi Lingkungan, dan dapat dinaikkan pangkatnya secara bertahap menjadi Pembina Tingkat I, golongan ruang IV/b, Pembina Utama Muda, golongan ruang IV/c, Pembina Utama Madya, golongan ruang IV/d, dan Pembina Utama, golongan ruang IV/e.					

Yth. Sdr. Dr. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng.
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 12 Juni 2023

Tembusan :

1. Kepala BKN di Jakarta
2. Sekretaris Tim Penilai Pusat Jabatan Fungsional Dosen di Jakarta
3. Kepala Biro SDM Setjen Kemendikbudristek di Jakarta
4. Rektor Universitas Gadjah Mada di Yogyakarta
5. Dekan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada di Yogyakarta

plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset,
dan Teknologi



Nizam
NIP 196107061987101001

ziko_fernando



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BsrE), BSSN



MENTERI PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA

KEPUTUSAN MENTERI PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 30755/M/07/2023
TENTANG

KENAIKAN JABATAN AKADEMIK/FUNGSIONAL DOSEN

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
MENTERI PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

- Menimbang : a. bahwa Pegawai Negeri Sipil yang namanya tersebut pada diktum kesatu keputusan ini memenuhi syarat untuk diberikan kenaikan jabatan;
b. bahwa berdasarkan Penetapan Angka Kredit Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 889/E4/KP/GB/2023 tanggal 12 Juni 2023 Pegawai Negeri Sipil yang bersangkutan diangkat dalam jabatan Profesor/Guru Besar;
c. bahwa sehubungan dengan huruf a dan b di atas, perlu menetapkan keputusan kenaikan jabatan Pegawai Negeri Sipil yang bersangkutan.
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 2014;
2. Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2017 jo. Nomor 17 Tahun 2020;
3. Peraturan Presiden Nomor 65 Tahun 2007;
4. Peraturan Presiden Nomor 62 Tahun 2021;
5. Keputusan Presiden Nomor 72/P Tahun 2021;
6. Peraturan Menteri PAN dan RB Nomor 17 Tahun 2013 jo. Nomor 46 Tahun 2013;
7. Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 28 Tahun 2021.
- Memperhatikan : Surat Rektor Universitas Gadjah Mada Nomor 14602/UN1.P.IV/DSDM/KP.04.04/2022 tanggal 23 Desember 2022.

MEMUTUSKAN :

- Menetapkan,
KESATU : Pegawai Negeri Sipil,
Nama : Dr. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng.
NIP/NIDN : 197511192002121002/0019117505
Tempat, tanggal lahir : Yogyakarta, 19 November 1975
Pendidikan : S-3, tahun 2008
Pangkat, golongan ruang, tmt : Pembina, IV/a, 1 April 2017
Jabatan/angka kredit/tmt : Lektor Kepala/432,54/1 Januari 2017
Unit kerja : Universitas Gadjah Mada
terhitung mulai tanggal 1 Juni 2023 dinaikkan jabatannya menjadi Profesor/Guru Besar dalam bidang ilmu Geologi Lingkungan, dengan angka kredit sebesar 1.051,20;
- KEDUA : Pegawai Negeri Sipil yang bersangkutan diberi tunjangan jabatan sebesar Rp1.350.000,00
- KETIGA : Asli keputusan ini disampaikan kepada Pegawai Negeri Sipil yang bersangkutan.

Tembusan :

1. Kepala BKN
2. Kepala KPPN Yogyakarta
3. Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kemendikbudristek
4. Rektor Universitas Gadjah Mada.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 27 Juni 2023
MENTERI PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA,



NADIEM ANWAR MAKARIM



Balai
Sertifikasi
Elektronik

Untuk menjadi perhatian:

1. UU ITE Nomor 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1
"Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah"
2. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE)
3. Hasil cetak dokumen ini merupakan Salinan dan verifikasi dokumen ini melalui QR Code