

HIDROKIMIA/ISOTOP AIRTANAH: MENGUNGKAP GENETIK (ASAL- USUL/PROSES) AIRTANAH

Orasi Ilmiah Pengukuhan Guru Besar
dalam Bidang Teknik Geologi
pada Fakultas Teknologi Mineral,
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

T. Listyani R.A.



Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Yogyakarta, 30 Agustus 2023

Yang terhormat:

Kepala LLDikti V Yogyakarta

Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Ketua Pengurus YPTN beserta anggota

Ketua Pembina YPTN beserta anggota

Ketua Senat ITNY beserta anggota

Para Wakil Rektor ITNY

Para Dekan, Kaprodi dan pejabat struktural ITNY lainnya

Bapak/ibu/sdr. tamu undangan yang saya hormati dan banggakan

Selamat pagi, salam sehat sejahtera untuk kita semua.....

Hadirin yang saya muliakan,

Mengawali orasi ilmiah ini, marilah kita ucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang atas kehendakNya, kita diperkenankan berkumpul di tempat ini dalam keadaan sehat sentosa. Semoga berkat kebahagiaan dan kesejahteraan dari Tuhan selalu berlimpah pada saudara sekalian beserta keluarga.

Adalah kebahagiaan bagi saya, hari ini saya diberi kesempatan untuk menyampaikan orasi ilmiah dalam rangka pengukuhan Guru Besar di hadapan para tamu undangan yang terhormat ini. Sesuai dengan bidang keilmuan Hidrogeologi yang saya geluti selama ini, perkenankanlah saya menyampaikan orasi ilmiah ini dengan judul

“Hidrokimia/Isotop Airtanah: Mengungkap Genetik (Asal-Usul/Proses) Airtanah”.

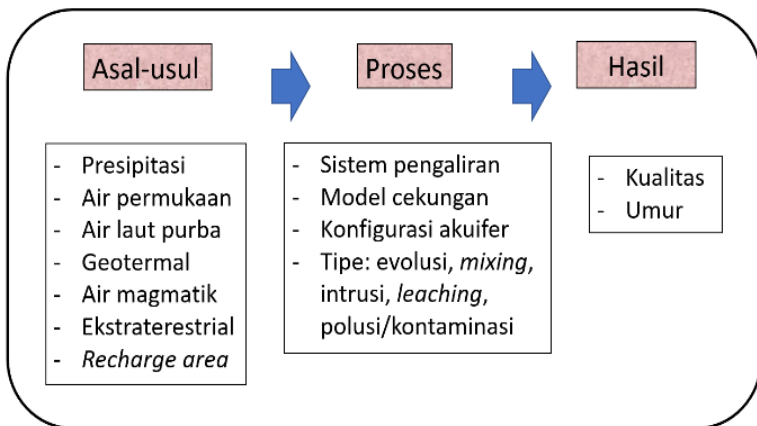
Hadirin yang saya hormati,

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang secara fungsional tidak dapat digantikan oleh sumber daya lain, untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup. Airtanah merupakan jenis air yang saat ini semakin dibutuhkan manusia, menggeser kebutuhan air permukaan, karena dianggap lebih bersih. Bahkan, USGS (2021) mengungkapkan bahwa air tanah memberi 33% air bagi keperluan untuk rumah tangga maupun aktivitas masyarakat lainnya, serta menjadi sumber air minum bagi >98% penduduk di pedesaan yang tidak terlayani oleh pemasok air. Sementara itu, PAAI & GWWG (2016) juga menyatakan bahwa akhir-akhir ini, airtanah berperan 50 kali lebih besar dari jumlah air permukaan dalam pemanfaatan air di dunia. Air tanah merupakan sumber daya terbarukan, namun perlu diingat bahwa sumber daya air ini tidak selalu berada dalam jumlah dan kualitas yang baik. Kondisi airtanah sangat tergantung dari kondisi geologi suatu daerah serta aktivitas manusia.

Mengingat pentingnya airtanah bagi kehidupan manusia, maka ilmu pengetahuan yang membahas sumber daya air ini berkembang pesat. Di bidang geologi, ilmu Hidrogeologi telah mengambil substansi tentang airtanah ini sebagai objek pokok yang dibahasnya, yang pada perkembangan selanjutnya telah melahirkan banyak cabang ilmu dengan berbagai spesifikasi masing-masing. Hidrokimia airtanah, merupakan salah satu cabang ilmu Hidrogeologi. Ilmu hidrokimia airtanah ini membahas berbagai hal tentang airtanah, khususnya yang berkaitan dengan sifat kimiawi

airtanah (Domenico & Schwartz, 1990; Appelo & Postma, 1996). Hidroisotop, sebagai bagian dari ilmu hidrokimia yang lebih menekankan pada karakteristik kandungan isotop airtanah juga telah dikembangkan oleh beberapa peneliti (Alam dkk., 2014; Listyani, 2019, Setiawan dkk., 2020, Listyani dkk., 2021, Listyani, 2022). Hidrokimia/isotop airtanah sangat menarik dipelajari, antara lain untuk mengembangkan pemahaman genetik airtanah, meliputi origin (asal-usul), proses yang terjadi selama pengaliran serta hasil dari proses tersebut yang tercermin pada kualitas airtanah (Gambar 1).



Gambar 1. Skema cakupan ilmu hidrokimia/isotop airtanah.

Hadirin yang saya muliakan,

PENGANTAR HIDROGEOLOGI

Todd (1980) telah menulis buku “Groundwater Hydrology” sementara Freeze & Cherry (1979) telah membuat buku “Groundwater” yang menjadi pegangan para ahli hidrogeologi. Kedua buku tersebut menyatakan bahwa

hidrogeologi merupakan ilmu airtanah, yang membahas keterdapatan, distribusi, dan pergerakan air di bawah permukaan tanah, yang disebut sebagai airtanah. Sebutan airtanah ini pada umumnya ditujukan untuk air yang mengisi rongga-rongga batuan dalam formasi geologi yang berada pada zona jenuh. Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 mendefinisikan airtanah sebagai air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah (Republik Indonesia, 2019).

Hidrogeologi sebagai “ilmu airtanah” selanjutnya berkembang menjadi cabang-cabang ilmu baru seiring dengan pertumbuhan manusia berikut permasalahannya. Cabang ilmu itu antara lain berkaitan dengan hidrogeologi kars, hidrogeologi vulkanik, hidrogeologi batuan retak, hidrogeologi panas bumi, manajemen airtanah, pengelolaan airtanah di pertambangan, hidrodinamika, hidrokimia, hidroisotop, hidrogeologi kontaminan dan lain sebagainya. Secara khusus, pada kesempatan ini penulis ingin membahas cabang ilmu hidrogeologi tersebut yang berada dalam ranah hidrokimia/isotop airtanah.

Hadirin yang saya muliakan,

HIDROKIMIA/ISOTOP AIRTANAH

Hidrokimia merupakan bagian dari ilmu hidrogeologi yang membahas kandungan kimia dalam airtanah, termasuk di dalamnya adalah isotop airtanah. Isotop adalah unsur yang memiliki nomor atom sama tetapi berbeda nomor massanya. Sebagai contoh, hidrogen memiliki tiga isotop, yaitu ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$. Kelimpahan isotop diukur dengan rasio deviasi dari standar (Fritz dan Fontes, 1980, dalam Domenico dan Schwartz, 1990) sebagai berikut.

$$\delta = \frac{(R_{sampel} - R_{standar})}{R_{standar}} \times 1000$$

Dimana:

δ = deviasi dari standar (‰)

R = rasio isotopik, contoh $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$

Isotop alam yang bersifat stabil digunakan untuk mempelajari asal-usul (tracer) airtanah, misalnya ^{18}O , ^2H (deuterium), ^{13}C , sedangkan yang tak stabil (radioaktif) dapat digunakan untuk menentukan umur (^3H (Tritium), ^{14}C , ^{222}Rn).

Isotop ^{18}O dan D sering dipakai dalam studi proses-proses kimia. Isotop ^{18}O dan D bersifat stabil, non radioaktif dan terutama berfungsi sebagai indikator sumber airtanah (Freeze & Cherry, 1979).

Hubungan antara $\delta^{18}\text{O}$ dan δD air presipitasi mengikuti persamaan garis air meteorik. Dari hasil penyelidikan global Craig (1961) membuat persamaan untuk garis air meteorik sebagai berikut: $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 10\text{‰}$.

Proses fraksionasi isotopik pada presipitasi merupakan proses yang tergantung dari temperature (Payne, 1988). Dengan demikian apabila ada perubahan temperatur musiman di suatu tempat akan terlihat adanya variasi komposisi isotop stabil presipitasi dimana nilai yang ringan terjadi di bulan yang dingin. Dengan demikian, presipitasi juga akan memiliki kandungan isotop yang ringan di daerah kutub/lintang tinggi, di tempat yang makin jauh dari laut serta di tempat dengan elevasi yang makin tinggi.

Sumber airtanah adalah air meteorik. Airtanah dengan komposisi isotop pada garis air meteorik berasal dari atmosfer dan tidak dipengaruhi oleh proses isotopik lain. Deviasi terhadap garis air meteorik menunjukkan adanya proses fraksionasi isotopik, yang dapat terjadi karena pertukaran dengan mineral batuan (Clayton dkk., 1966; IAEA, 1983

dalam Domenico & Schwartz, 1990). Dengan demikian, deviasi tersebut dapat dikaji untuk mengetahui proses-proses yang terjadi selama evolusi airtanah di suatu daerah.

Hadirin yang saya hormati,

GENETIK DAN KUALITAS AIRTANAH

Genetik airtanah, yang meliputi asal-usul serta proses-proses yang terjadi dalam system airtanah dapat dipelajari melalui studi hidrokimia dan isotop, selain dari faktor fisik dan pengaruh geologi cekungannya. Kualitas airtanah merupakan hasil dari berbagai aspek yang terkandung dalam genetik airtanah tersebut. Berdasarkan karakteristik hidrokimia dan isotop yang tercermin dalam kualitas airtanah, interpretasi genetik airtanah dapat dilakukan.

Asal-usul Airtanah

Hidrokimia/isotop juga berguna untuk mengetahui asal-usul airtanah, apakah berasal dari presipitasi lokal atau dari daerah lain, apakah murni berasal dari presipitasi atau ada pencampuran/mixing, atau berasal dari air laut maupun air magmatik. Listyani (1999) telah mendeteksi asal-usul airtanah pada Cekungan Airtanah Jakarta berdasarkan hidroisotop.

Airtanah pada zona akuifer I di Cekungan Airtanah Jakarta merupakan air meteorik local. Airtanah pada akuifer II berhubungan dengan air laut masa lampau dengan beberapa variasi: (1) airtanah yang terdapat di utara garis Pantai purba 4.500 tahun yang lalu adalah air konat; (2) airtanah yang terletak di antara garis Pantai purba 4.500 dan 40.000 tahun yang lalu merupakan air konat yang telah bercampur dengan *recharge* lokal; (3) airtanah yang terdapat di Selatan garis Pantai 40.000 tahun yang lalu merupakan air konat yang telah

mengalami evolusi yang terjadi akibat reaksi airtanah terhadap batugamping Tersier.

Airtanah asin pada zona akuifer III di Cekungan Airtanah Jakarta terbentuk karena reaksi air terhadap mineral batuan di sepanjang aliran airtanah. Proses fraksionasi terjadi karena adanya batugamping Formasi Klapanunggal dan Bojongmanik. Dengan memperhitungkan perbedaan kandungan δD dan $\delta^{18}O$ airtanah terhadap air hujan maka zona recharge untuk akuifer III diketahui berada di daerah lereng G. Salak pada ketinggian 977 – 1737 m (Listyani, 1999).

Hadirin yang saya hormati,

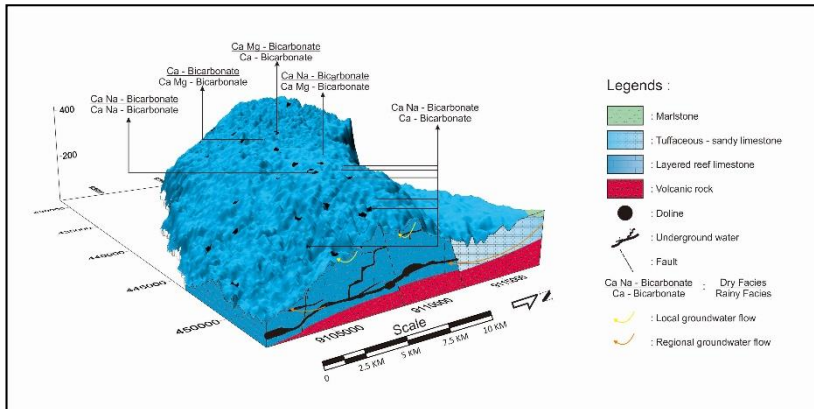
Proses Airtanah

Proses yang terjadi selama pengaliran airtanah merupakan bagian dari genetika airtanah. Kualitas airtanah dapat berubah akibat adanya proses ini, antara lain akibat adanya evolusi, pencampuran, *leaching*, intrusi, pencemaran dan sebagainya. Proses yang terjadi selama pengaliran airtanah dapat diinterpretasi berdasarkan hidrokimianya.

Setiawan *et al* (2019) mengetahui bahwa sistem akuifer kars pada plato Wonosari memiliki karakter aliran difusi yang bersifat tertutup, sedangkan pada satuan perbukitan kars Gunungsewu menunjukkan adanya perubahan karakter aliran secara difusi pada zona epikars menjadi aliran konduktif.

Analisis hidrokimia pada kars Gunungsewu melalui diagram Stiff dan Gibbs yang dilakukan Listyani *et al* (2022) menunjukkan bahwa pada musim kemarau dolina memiliki air berfasies Ca dan Na-bikarbonat yang cenderung berubah menjadi fasies Ca-bikarbonat pada musim hujan. Proses interaksi air-batuan dan pengendapan yang ditemukan sangat mempengaruhi hidrokimia air dolina. Hasil akhir penelitian

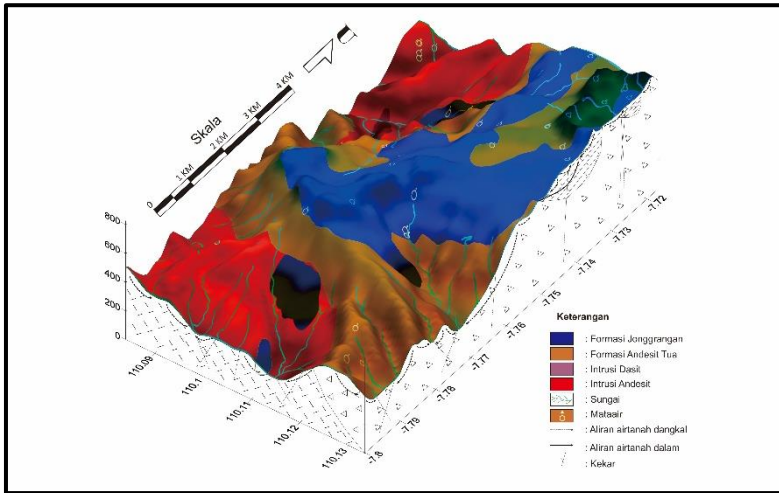
ini menunjukkan bahwa airtanah memberikan kontribusi terhadap air dolina, baik secara lokal maupun regional (Gambar 2).



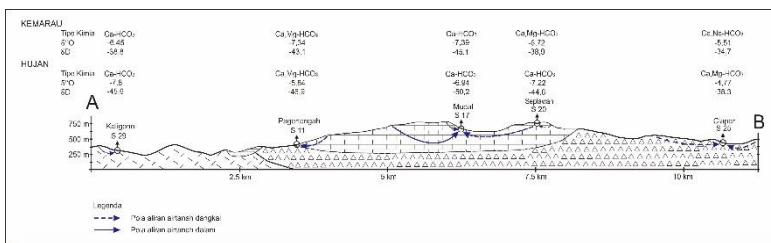
Gambar 2. Skema pola aliran pada sistem hidrogeologi daerah kars Gunungsewu modifikasi Kusumayudha, 2022 (Listyani *et al*, 2022).

Studi hidrokimia dan hidroisotop juga dapat dipadukan untuk membuat model aliran airtanah di suatu daerah. Sebagai contoh, di Kubah Kulon Progo, proses hidrokimia airtanah yang dominan adalah pelindian, pertukaran ion, reduksi sulfat, dan pengenceran (Listyani *et al*, 2020). Fasies airtanah dikontrol oleh mineral batuan yang ditandai dengan perbedaan kekerasan dan TDS, sementara itu kandungan isotop stabil airtanah bervariasi dari ringan hingga berat. Mata air dengan isotop ringan menunjukkan sirkulasi aliran air tanah yang dalam atau dari zona resapan yang relatif tinggi, baik lokal maupun dari tempat lain di sekitarnya. Pengayaan isotop pada semua musim dapat terjadi karena penguapan atau pencampuran dengan air permukaan yang telah mengalami evapotranspirasi sebelumnya, yang ditunjukkan dengan bertambahnya isotop berat atau δD -

excess (“d”) airtanah. Airtanah mengalir dalam pola aliran dangkal maupun dalam (Gambar 3 - 4). Airtanah dangkal dicirikan oleh isotop berat, tergeser dengan “d” relatif kecil. Pola sirkulasi airtanah dalam dicirikan oleh nilai δD yang konsisten, ringan, dan “d” cukup besar.

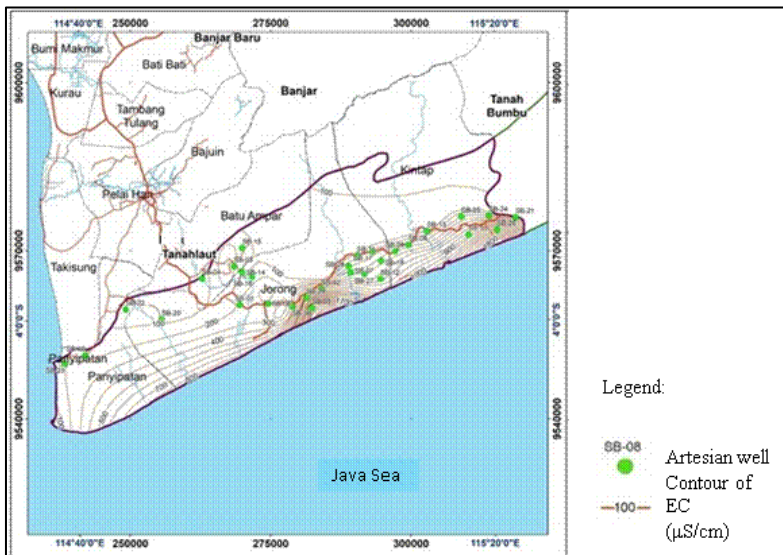


Gambar 3. Model aliran airtanah di Kubah Kulon Progo bagian tengah (Listyani, 2019; Listyani et al, 2020).



Gambar 4. Penampang hidrokimia dan hidroisotop airtanah di Kubah Kulon Progo bagian tengah (Listyani, 2019; Listyani et al, 2021).

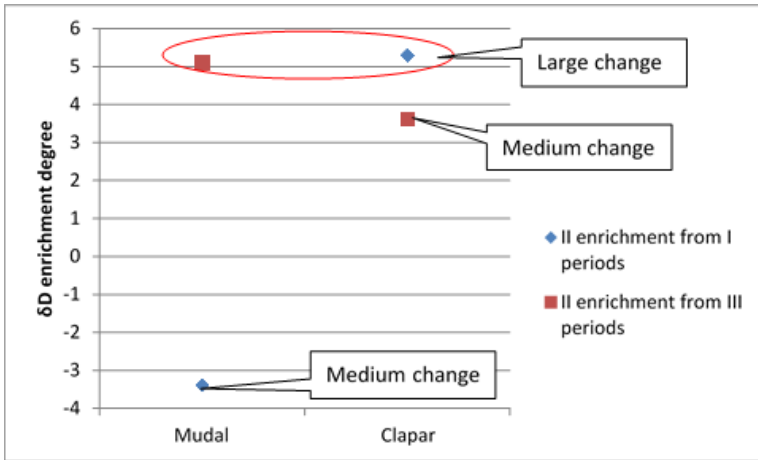
Studi hidrokimia juga dapat digunakan untuk mendeteksi adanya pencemaran, antara lain inuk mengetahui potensi intrusion air laut pada akuifer di daerah pantai. Sebagai contoh, hasil penelitian di Tanah Laut oleh Listyani & Putranto (2021) menunjukkan bahwa airtanah bebas memiliki pH 6,1 - 8,4 dan *electrical conductance* (EC) berkisar antara 20,3 - 964 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan airtanah tertekan memiliki pH 4,01 - 9,95 dan EC 28 - 2.670 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Fasies airtanah sangat bervariasi, umumnya didominasi oleh ion Na dan bikarbonat. Airtanah payau ditemukan pada akuifer tertekan di dua lokasi yaitu Asam Jaya dan Mekar Sari yang mengindikasikan bahwa daerah penelitian memiliki potensi intrusi air laut (Gambar 5).



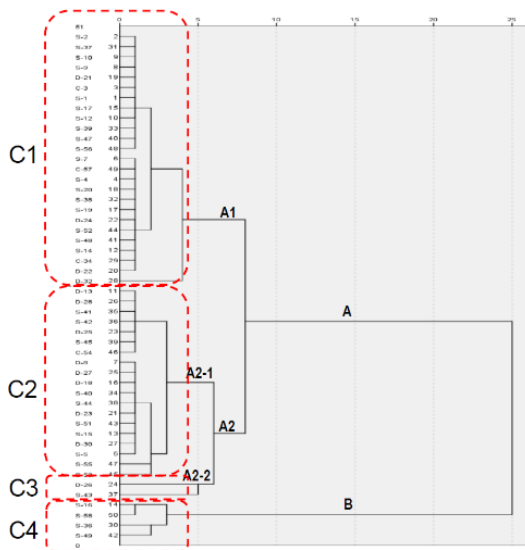
Gambar 5. Potensi intrusi air laut pada airtanah dapat diinterpretasi dari kandungan EC (Listyani & Putranto, 2021).

Kondisi air sebagai respons lingkungan di suatu wilayah juga dapat berubah akibat perubahan iklim/musim (Belal, 2019). Proses yang terjadi pada airtanah berkaitan dengan musim juga dapat dipelajari melalui hidroisotop. Studi hidroisotop pernah dilakukan pada mata air Mudal dan Clapar yang ada di bagian tengah Kubah Progo (Listyani, 2021). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan isotop stabil airtanah di kedua mata air tersebut relatif stabil, dengan perubahan yang tidak signifikan terhadap waktu dan musim. Mata air Mudal cenderung menunjukkan isotop ringan, menunjukkan akuifer dalam atau resapan pada elevasi tinggi, kurang terpengaruh oleh musim. Mata air Clapar menunjukkan isotop berat, yang bersumber dari akuifer dangkal dengan proses pencampuran/evaporasi dan lebih terpengaruh musim. Sementara itu, nilai kisaran δD pada kedua mata air tersebut menunjukkan perubahan yang sedikit – total, menandai bahwa kandungan D juga berubah terkait musim. Pengayaan δD menunjukkan perubahan sedang-besar di kedua mata air, tetapi tidak pasti di Mudal (Gambar 6). Namun, nilai *D-excess* menunjukkan bahwa kondisi musim kemarau dan musim hujan, yang mungkin terkait dengan suhu atau presipitasi, tidak jauh berbeda.

Analisis sistem hidrogeologi juga dapat dilakukan dengan metode hidrokimia dan isotop. Kandungan ^{222}Rn misalnya, berkaitan erat dengan litologi dan struktur geologi (Kendal dan McDonnell, 1998; Cook *et al*, 1999). Dengan metode statistik, Setiawan *et al* (2020) membagi beberapa sampel airtanah dari daerah kars Watuputih menjadi beberapa kelompok (Gambar 7). Integrasi *hierarchical cluster analysis* terhadap data hidrokimia dan isotop alam (^{18}O , ^2H , dan ^{222}Rn) telah berhasil mengidentifikasi data yang lebih komprehensif himpunan karakteristik sistem hidrogeologi daerah Watuputih.



Gambar 6. *D*-enrichment airtanah pada mataair Mudal dan Clapar (Listyani, 2021).



Gambar 7. Dendrogram kelompok sampel airtanah berdasarkan hierarchial cluster analysis (Setiawan *et al*, 2020).

Distribusi spasial dan hasil pengukuran konsentrasi ^{222}Rn dapat bervariasi berdasarkan karakteristik geologi pada suatu titik hidrogeologi (gua, mata air, sumur). Konsentrasi ^{222}Rn berkisar pada jenis yang berbeda pada fitur hidrogeologi menunjukkan korelasi dengan litologi dan struktur geologi.

Berdasarkan hasil analisis isotop stabil, perhitungan *d-excess* dan konsentrasi ^{222}Rn , golongan C2, C3, dan C4 berasosiasi dengan sistem airtanah dangkal yang dominan mengalir melalui pori-pori, sedangkan kelompok C1 berasosiasi dengan sistem airtanah dalam yang dikendalikan oleh struktur geologi. Struktur geologi juga menentukan aliran air tanah di dalamnya aliran gua. Sistem airtanah dangkal bersumber dari air hujan lokal, sedangkan sistem airtanah dalam menunjukkan hubungannya dengan airtanah di perbukitan utara pada elevasi >375 m dpl (Setiawan *et al*, 2020).

Hadirin yang saya muliakan,

Kualitas Airtanah

Kualitas airtanah dikontrol oleh genetiknya, sehingga melalui kualitas airtanah ini kita dapat mengetahui asal-usul maupun proses yang telah terjadi pada pengaliran airtanah. Kualitas airtanah ditentukan oleh berbagai sifat fisik maupun kimia airtanah. Tipe kimia airtanah sebagai indikator kualitasnya dapat diketahui dengan menghitung unsur kimia mayor yang terkandung dalam airtanah.

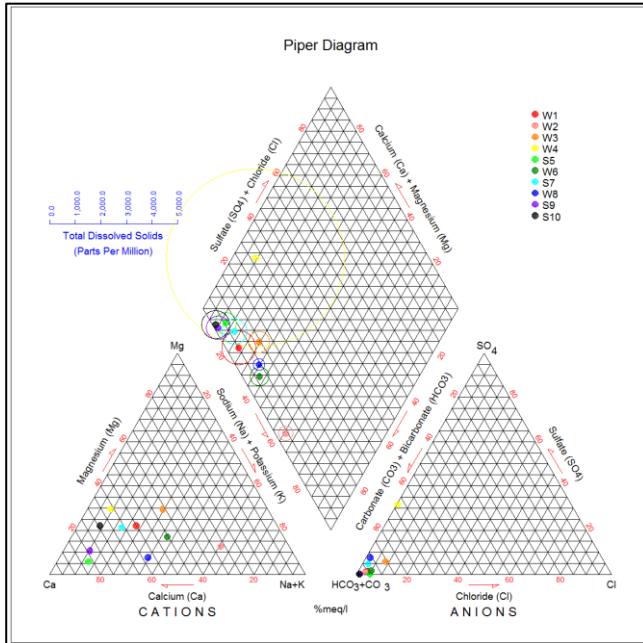
Kualitas airtanah di suatu daerah dapat ditinjau dari sifat fisik dan kimiawinya. Sifat fisik airtanah tampak dalam beberapa variabel seperti warna, bau, rasa, suhu, kekentalan dan kekeruhan, sedangkan sifat kimiawi airtanah dapat dilihat dari pH, *Total Dissolved Solids* (TDS) serta komposisi kimia yang terkandung di dalamnya.

Domenico & Schwartz (1990) mengatakan bahwa beberapa padatan inorganik dan organik, cairan organik dan gas-gas dijumpai dalam airtanah. Keragaman zat terlarut dalam airtanah sering terjadi. Kandungan inorganik terlarut diklasifikasikan sebagai komponen utama dengan konsentrasi >5 mg/l, sedangkan kandungan minor dengan konsentrasi $<0,01$ mg/l (Davis & De Wiest, 1966). Analisis hidrokimia airtanah umumnya dapat dilakukan untuk mengetahui indikasi pencemaran (Kanagaraj *et al*, 2023) dan kepentingan peruntukan sumber daya air bagi makhluk hidup.

Kualitas airtanah bervariasi pada tiap-tiap daerah, juga akibat adanya dampak musiman (Jia *et al*, 2023). Kualitas airtanah merupakan hal yang penting dipertimbangkan dalam berbagai kepentingan hidup manusia. Kebutuhan akan air yang bersih, apalagi untuk air minum merupakan hal yang penting dipenuhi oleh air yang bermutu sesuai dengan persyaratan tertentu. Sebagai contoh, Listyani & Putranto (2022) telah meneliti kualitas airtanah di Bagelen, Purworejo berdasarkan indeks kualitasnya (*WQI-water quality index*).

Airtanah di Bagelen dapat dijumpai pada akuifer batupasir, batugamping dan breksi andesit, melalui porositas antar butir dan retakan. Airtanah tersebut memiliki fasies Ca-bikarbonat. Nilai WQI ditentukan berdasarkan beberapa parameter fisik (kekeruhan dan TDS) serta parameter kimia (pH, Fe, kekerasan, Mn, nitrat, Zn, sulfat, klorida dan natrium). Berdasarkan standar Permenkes No. 492/2010 dan No. 32/2017, airtanah yang diteliti menunjukkan nilai yang baik – sangat baik untuk air minum dan nilai sangat baik untuk air bersih. Airtanah menunjukkan dominasi kation kalsium (Ca^{2+}), dengan beberapa variasi dominasi kation lainnya (Gambar 8), hadir dalam tipe Ca - HCO_3 , Ca,Mg -

HCO₃, dan Ca,Na - HCO₃ serta Ca, Mg-sulfat (Listyani & Putranto, 2022).



Gambar 8. Salah satu contoh representasi tipe airtanah pada diagram Piper (Listyani & Putranto, 2022).

Hadirin yang saya hormati,

PENUTUP

Studi tentang genetik airtanah merupakan bagian dari studi sumber daya airtanah yang perlu dilakukan untuk membantu pemenuhan kebutuhan air bagi manusia. Studi airtanah ini telah banyak dikembangkan oleh para peneliti di berbagai belahan dunia pada daerah cekungan airtanah, tetapi tak banyak ahli airtanah yang tertarik meneliti di daerah non

cekungan atau cekungan yang kurang potensial seperti di Perbukitan Kulon Progo. Namun sesungguhnya, daerah yang kurang potensial itu menjadi tantangan para ahli airtanah untuk menelitinya, untuk dapat membantu banyak orang yang kesulitan air.

Adanya kebutuhan airtanah yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk di dunia, eksplorasi sumber daya airtanah akan selalu dibutuhkan. Ilmu hidrokimia maupun hidroisotop akan sangat membantu dalam kegiatan eksplorasi ini, untuk mengetahui sumber air, proses yang terjadi dalam sistem airtanah, hingga berguna untuk mendeteksi berbagai sumber pencemar dan berbagai masalah yang dihadapi terkait airtanah. Akhirnya, ilmu ini berkembang di berbagai bidang yang lebih spesifik, yang pada ujungnya nanti ingin diabdikan bagi kepentingan hidup manusia. Eksplorasi airtanah akan berlanjut pada pentingnya kita mengetahui potensi dan menjaga pemanfaatan maupun pengendalian airtanah di setiap daerah dimana manusia menghuninya. Semoga, ilmu hidrokimia/hidroisotop bisa semakin menunjukkan kontribusinya dalam pendayagunaan airtanah di seluruh penjuru dunia.

Ucapan Terimakasih

Hadirin yang saya hormati,

Di ujung acara pengukuhan ini, saya panjatkan puji dan syukur kepada Tuhan atas anugerahNya yang indah ini, atas kehendakNya yang mengijinkan saya mencapai jabatan fungsional terakhir. Selanjutnya, ijin saya mengucapkan terimakasih kepada orang tua: Bpk. Mateus Marsudi (†) dan Ibu Henrica Sugiyarti (†), terimakasih atas segala jerih payah dan perjuangan semasa hidup mereka, yang telah mendidik dan membesarkan saya hingga mengantar saya sampai

pendidikan S3. Semoga, segala kebaikan mereka di dunia, menjadi kidung dan pujian mereka di kedamaian abadi.

Terimakasih kepada para rektor STTNAS/ITNY, khususnya Bpk. Dr. Ircham, yang telah mendukung saya dalam berbagai seminar internasional maupun publikasi jurnal internasional, melalui Program Percepatan Guru Besar yang telah dicanangkan. Kepada Prof. Adjat Sudradjat, disampaikan penghargaan setinggi-tingginya, karena atas jasa beliau juga, maka saya dapat meraih gelar Guru Besar ini. Sesungguhnya, beliauah yang menjadi perancang skenario atas keberhasilan para doktor di Teknik Geologi ITNY ini, hasil kerjasama yang manis dengan UNPAD. Terimakasih juga khususnya kepada Prof. Vijaya, sahabat baik saya yang mendukung kerjasama ini. Terimakasih pula atas jasa baik reviewer yang telah meluangkan waktunya menilai karya ilmiah saya: Prof. Nana, Prof. Ildrem, Prof. Edi dan Prof Tanto.

Terimakasih kepada para pejabat/dosen/karyawan di ITNY, khususnya tim PAK yang telah banyak membantu saya mengurus jabatan fungsional ini. Terimakasih kepada teman-teman sejawat, khususnya di Teknik Geologi ITNY, terutama ketua timses saya Bpk. Dr. Ev. Budiadi yang telah ikut membantu perjuangan saya meraih jabatan ini. Terimakasih juga kepada para mahasiswa TG/MTG, terutama para asisten yang telah banyak berkontribusi dalam penelitian saya selama ini, juga secara khusus kepada Sdr. Roni Fauzan yang telah banyak membantu proses pencapaian gelar ini. Terimakasih kepada para guru saya (TK-Takarina, SDK Demangan Baru, SMP 5 Yogyakarta, SMA 3 Yogyakarta), dan para dosen saya (S1-UGM, S2-ITB, S3-UNPAD, dan PSPPI-USD) atas segala ilmu yang tercurah yang tentunya sangat berguna bagi pencapaian karir saya. Terimakasih kepada banyak konsultan (Spring Energi Sentausa, Madani, Proporsi, Greenterra, Almas, Visindo dll.),

yang telah memberi kesempatan saya berkarya di luar kampus. Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada semua handai taulan, sahabat dan teman-teman semua yang tak dapat saya sebutkan satu per satu, atas segala dukungan dan doanya untuk saya.

Kepada suami tercinta Bestian P. Simarmata dan kedua anak saya Avin Maria dan Theresa Elli, saya sampaikan terimakasih dan maaf yang sebesar-besarnya, atas pengorbanan selama ini, yang rela kehilangan banyak waktu kebersamaan, seiring dengan tuntutan tugas dan pekerjaan saya. Terimakasih kepada keluarga saya, ayah P.U. Simarmata (†) dan ibu mertua, seluruh anggota MRF, keluarga RB, trah JP dan trah JK, atas segala bantuan, doa dan dukungannya selama ini.

Terimakasih atas kehadiran Bpk/Ibu/Sdr semua di acara pengukuhan ini. Semoga Tuhan membalas kebaikan hati hadirin semua. Akhir kata, semoga teman-teman ITNY bisa segera menyusul saya, untuk ITNY yang semakin jaya. Amin.

Selamat pagi dan salam sejahtera.
Tuhan memberkati.

Daftar Pustaka

- Alam, BYCSSS., Itoi, R., Taguchi, S. & Yamashiro, R. 2014. Spatial Variation in Groundwater Types in Mt. Karang (West Java, Indonesia) Volcanic Aquifer System based on Hydrochemical and Stable Isotop δD and $\delta^{18}O$ Analysis, *Modern Applied Science* **8** (6), 87-102.
- Appelo, C.A.J. and Postma, D., 1996, *Geochemistry, Groundwater and Pollution*, A.A. Balkema, Netherlands, 536 p.

- Belal, A.A.M., 2019, Spatial and Temporal Changes in The Population of Macro-Benthic Invertebrates Exposed to Oil Spillage in Suez Bay, Red Sea, Egypt, *Egyptian Journal of Aquatic Research* **45**, 353–358.
- Clayton, R.N., Friedman, I., Graf, D.L., Mayeda, T.K., Meents, W.F., and Shimp, N.F., 1996, The Origin of Saline Formation Waters, Isotopic Composition, *J. Geophys. Res.*, **71** (16), 3869 – 3882.
- Craig, H., 1961, *Isotopic Variations in Meteoric Waters*, American Association for the Advancement of Science, 133 (3465).
- Cook, P.G., Love, A.J., Dighton J.C., 1999, Inferring Groundwater Flow in Fractured Rock From Dissolved Radon, *Ground Water* **37** (4), 606–610.
- Davis, S.N. & De Wiest, R.J.M., 1966, *Hydrogeology*, 1st Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Domenico, P.A. & Schwartz, F.W., 1990, *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley & Son, New York.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, *Groundwater*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 604 p.
- Jia, C., Altaf, A.R., Li, F., Ashraf, I., Zafar, Z., Nadeem, A.A., 2023, Comprehensive Assessment on Groundwater Quality, Pollution Characteristics, and Ecological Health Risks under Seasonal Thaws: Spatial Insights with Monte Carlo Simulations, *Groundwater for Sustainable Development* **22**, 100952.
- Kanagaraj, G., Mohana, P., Muthusamy, S., Moorthy, G.M., Amaladas, P., Magesh, N.S., 2023, Geochemical Evaluation of Groundwater around Chromepet Tannery Belt, Southern India, *Groundwater for Sustainable Development* **22**, 100963.

- Kendall C., McDonnell J.J., 1998, *Isotopes tracers in catchment hydrology*, Elsevier, Amsterdam.
- Kusumayudha S.B., 2002, Sistem Hidrogeologi Gunung Sewu, dalam: Sumberdaya geologi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah, *Prosiding Ikatan Ahli Geologi Indonesia*, Pengurus Daerah DIY – Jateng, Yogyakarta, Indonesia, 130-140.
- Listyani, R.A.T., 1999, *Analisis Isotop Oksigen dan Hidrogen serta Hubungannya dengan Genesa Airtanah Asin pada Cekungan Airtanah Jakarta*, Tesis, Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung.
- Listyani, R.A.T., 2019, *Model Aliran Airtanah berdasarkan Geologi, Hidrokimia dan Isotop Stabil di Daerah Kubah Kulon Progo Bagian Tengah*, Disertasi, Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Listyani R.A.T., 2021, Stable Isotopes Changes in Groundwater: Case Study in Mudal and Clapar Springs, West Progo, *Proc. of International Conference on Geological Engineering and Geosciences (ICGoES 2021)*, Geological Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada.
- Listyani, R.A.T., 2022, *Pengantar Hidrogeologi*, Deepublish Publisher, 115 h., ISBN 978-623-02-4250-2, Yogyakarta.
- Listyani R.A.T. & Putranto, T.T., 2021, Hydrochemical of Groundwater and The Potential of Sea Water Intrusion in Tanah Laut, South Kalimantan, *Proc. of 5th International Conference of Geological Engineering Faculty (ICGEF 2020) Universitas Padjadjaran 2020* **1** (1), 16-17
- Listyani R.A.T., Sulaksana, N., Alam, B.Y.C.S.S.S., Sudradjat, A., 2021, Groundwater flow model in the center of West Progo Dome based on hydrochemical

- and isotopic characteristics, *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* **71**, 227-241.
- Listyani R.A.T. & Putranto, T.T., 2022, Groundwater quality assessment for drinking and clean water in Bagelen and its surrounding area, *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability* **6** (2), 121-131.
- Listyani R.A.T. & Ridayati, 2022, Groundwater Contributing to Doline Hydrochemistry in Panggang and Wonosari-Baron Hydrogeological Subsystems, Indonesia, *Journal of Water and Environment Technology* **20** (5), 107-117.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2010, *Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 492/2010 tentang Persyaratan Air Minum*.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017, *Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 32/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*.
- PAAI & GWWG, 2016, *Quo Vadis, Airtanah untuk Tanah Air Indonesia*, Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PAAI), Program Magister Teknik Airtanah, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung.
- Payne, B.R., 1988, *The Basic Principles of Isotope Techniques in Hydrology and Examples of Their Application*, Centro Internazionale di Idrologia “Dino Tonini”, Università Degli Studi di Padova.
- Setiawan, T., Isnaini, S. Asghaf, N.M.A., dan Effendi, I., 2019, Karakteristik Interaksi Air - CO₂ - CaCO₃ dan Analisis Sistem Aliran Air Tanah Karst Musim Kemarau di Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Ris. Geo. Tam* **29** (2), 171-183.

- Setiawan, T., Alam, B.Y.C.S.S.S., Haryono, E., Hendarmawan, 2020, Hydrochemical and environmental isotopes analysis for characterizing a complex karst hydrogeological system of Watuputih area, Rembang, Central Java, Indonesia, *Hydrogeology Journal*
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, 2nd Ed., John Willey & Sons Inc., New York, 535 p.
- Republik Indonesia, 2019, *Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumberdaya Air Indonesia*.
- USGS, 2021, *Drought and Groundwater Levels*, <https://www.usgs.gov>.

Riwayat Hidup



A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Prof. Dr. Ir. T. Listyani R.A., S.T., M.T., IPM.
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Guru Besar
4	NIK	1973 0077
5	NIDN	0528126802
6	Tempat /Tanggal Lahir	Yogyakarta / 28 Desember 1968
7	E-mail	lis@itny.ac.id
8	Nomor Telepon	08164272619
9	Alamat Kantor	Prodi Magister Teknik Geologi, ITNY, Gd. E, Lt. 4, Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281
10	No. Telepon/Faks	0274-485390/0274-487249
11	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metodologi Penelitian (TG) 2. Hidrogeologi (TG) 3. Hidrogeologi Terapan (TG) 4. Hidrolika Airtanah (MTG) 5. Geologi Aplikatif II (MTG) 6. Analisis Cekungan Hidrokarbon & Air Tanah (MTG) 7. Evaluasi Potensi SDM, Energi & Air Tanah (MTG)
12	Sinta ID	5974129
13	Scopus ID	57200853794
14	Orcid ID	https://orcid.org/0000-0002-8138-3597

B. Riwayat Pendidikan

1975 - 1981	SDK. Demangan Baru, Yogyakarta
1981 - 1984	SMP Negeri 5 Pawitikra, Yogyakarta
1984 - 1987	SMA Negeri 3 Padmanaba, Yogyakarta
1987 - 1994	S1 Teknik Geologi UGM, Yogyakarta
1995 - 1999	S2 Teknik Geologi ITB, Bandung
2016 - 2019	S3 Teknik Geologi UNPAD, Bandung
2021	PSPPI Univ. Sanata Dharma, Yogyakarta

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Gadjah Mada	Institut Teknologi Bandung	Universitas Padjadjaran
Bidang Ilmu	Teknik Geologi	Teknik Geologi	Teknik Geologi
Tahun Masuk-Lulus	1987-1994	1995-1999	2016-2019
Judul Skripsi /Tesis /Disertasi	Geologi Daerah Kejombang dan Sekitarnya, Kabupaten Purbalingga – Daerah Klapa, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah dan Penentuan Tipe Magma Breksi Andesit berdasarkan Analisis Mikroskopis dan Kimiawi	Analisis Isotop Oksigen dan Hidrogen serta Hubungannya dengan Genesa Airtanah Asin pada Cekungan Airtanah Jakarta	Model Aliran Airtanah berdasarkan Geologi, Hidrokimia dan Isotop Stabil di Daerah Kubah Kulon Progo Bagian Tengah
Nama Pembimbing /Promotor	Ir. Bambang Widjaja Hariadi	1. Prof. Ir. Lambok M. Hutasoit, Ph.D	1. Prof. Dr. Ir. Nana Sulaksana, MSP.

		2. Ir. Satriyo Hadipurwo, M.Eng.	2. Dr. Eng. Boy Yoseph CSSSA., S.T., M.T. 3. Prof. Dr. Ir. Adjat Sudradjat, MSc.
--	--	----------------------------------	---

C. Riwayat Kepangkatan

No	Pangkat	Golongan	TMT
1	Tenaga Pengajar	III a	1 Januari 1995
2	Penata Muda	IIIa	1 Januari 2002
3	Penata Muda Tk. I	III b	1 Januari 2004
4	Penata	III c	1 Januari 2005
5	Penata Tk. I	III d	1 Januari 2007
6	Pembina	IV a	1 Januari 2015

D. Riwayat Jabatan Akademik

No.	Jabatan Akademik	TMT
1	Tenaga Pengajar	1 Januari 1995
2	Asisten Ahli	2000
3	Lektor	1 Oktober 2003
4	Lektor Kepala	1 Desember 2019
5	Guru Besar	1 April 2023

E. Riwayat Jabatan Tugas Tambahan

No	Jabatan	Tahun
1	Sekretaris Jurusan Teknik Geologi	2010-2012
2	YMT. Ketua Jurusan Teknik Geologi	2012-2014
3	Anggota BPH YPTN	2016-2019
4	Ketua Program Studi Magister Teknik Geologi	2021 - 2025

F. Pengalaman Penelitian dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Skema
1	2013	Konservasi Sumberdaya Airtanah pada Sub DAS Code, Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Rangka Manajemen Airtanah Pasca Erupsi Merapi 2010	Hibah Bersaing Dikti Lanjutan
2	2013	Penelitian Hidrogeologi dan Zonasi Daerah Konservasi Airtanah untuk Mendukung Keberlangsungan Prospek Panas Bumi Gedongsongo, Jawa Tengah,	Hibah Fundamental Dikti Lanjutan
3	2014	Hidrogeologi Mataair Mudal, Kulon Progo	Penelitian Internal STTNAS
4	2014	Korelasi Geomorfologi terhadap Potensi Airtanah Dangkal pada DAS Progo	Hibah Fundamental Dikti
5	2015	Korelasi Geomorfologi terhadap Potensi Airtanah Dangkal pada DAS Progo	Hibah Fundamental Dikti Lanjutan
6	2016	Hidrokimia Airtanah Daerah Bagelen dan Sekitarnya, Kabupaten Purworejo	Penelitian Internal STTNAS
7	2016	Hidrokimia Airtanah Daerah Kepil dan Sekitarnya, Kabupaten Wonosobo – Purworejo	Penelitian Internal STTNAS
8	2017	Hidrogeologi Isotopik Airtanah Daerah Wates dan Sekitarnya, Kabupaten Kulon Progo	Penelitian Internal STTNAS
9	2017	Hidrogeologi Isotopik Airtanah Daerah Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo	Penelitian Internal STTNAS
10	2018	Hidrokimia Airtanah Daerah Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo	Penelitian Internal STTNAS
11	2018	Hidroisotop Daerah Kaligesing dan Sekitarnya, Kabupaten Kulon Progo dan Purworejo	Hibah Penelitian Disertasi

			Doktor (PDD) Dikti
12	2020	Variasi Spasial dan Temporal Hidrokimia Air Dolina Daerah Panggang dan Sekitarnya, Kabupaten Gunungkidul	Penelitian Dasar ITNY
13	2021	Penentuan <i>Zona Recharge - Discharge</i> Airtanah Dangkal Daerah Kecamatan Galur dan Lendah, Kulon Progo berdasarkan Analisis Spasial	Penelitian Dasar ITNY
14	2021	Korelasi Sifat Fisik terhadap Kuat Tekan Batuan pada Formasi Andesit Tua dan Jonggrangan	Penelitian Dasar ITNY
15	2022	Kajian Sumber Daya Airtanah Daerah Kokap, Kulon Progo berdasarkan Analisis Spasial	Penelitian Dasar ITNY
16	2023	Pengaruh Air terhadap Kestabilan Lereng pada Tebing Sungai Progo di Wilayah Sentolo-Sedayu, Yogyakarta	Penelitian Dasar ITNY

G. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 10 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Penyelenggara
1	2013	Karakteristik Hidrogeologi Daerah Kulon Progo dan Manfaatnya bagi Masyarakat	STTNAS
2	2013	Potensi Sumber Daya Alam dan Bencana Alam Gunung Merapi	STTNAS – Desa Sariharjo
3	2014	Potensi Keairan di Kawasan Gunung Merapi	STTNAS
4	2015	Hidrogeologi sebagai Pendukung Rumah Sehat	STTNAS – Dusun Krompakan
5	2015	Aspek Geologi Lingkungan untuk Mendukung Rumah Sehat	STTNAS – Dusun Pranan

6	2015	Geomorfologi Perbukitan Kulon Progo	STTNAS – SMK N Sale
7	2016	Potensi Airtanah di Gunung Kidul	STTNAS-Desa Mertelu
8	2017	Geomorfologi Perbukitan Kulon Progo	STTNAS - SMK Jatirogo
8	2017	Potensi Airtanah di Wilayah Pesisir	STTNAS – Dusun Sedayu, Sanden
9	2018	Sumber Daya air Daerah Sanden	STTNAS – Dusun Bongos Kenthi
10	2019	Mengenal Potensi Airtanah di Wilayah Kalimantan Selatan	CV. Madani - Dinas ESDM Kalsel
11	2020	Pengantar Hidrogeologi untuk SMK	MGMP Geologi Pertambangan Balikpapan Kalimantan Timur
12	2020	Hidrogeologi Air Asam Tambang	ITNY – SMK N Samarinda
13	2021	Permasalahan Air pada Lahan Tambang	ITNY - SMK N 1 Temon
14	2021	Hidrogeologi untuk Pertambangan	ITNY - SMK Muhammadiyah 1 Salam
15	2021	Meneliti Itu Asyik	SMK N 1 Balikpapan
17	2022	Inventarisasi Manifestasi Panasbumi dan Potensi Geowisata di Provinsi Jawa Tengah	Jurnal Abdimas PHB Vol. 5 No.1
17	2022	Sosialisasi Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana Kabupaten Grobogan	CV. Greenterra Mapindo - BPBD Grobogan
18	2023	Sosialisasi Penyusunan Kajian Kebijakan Tata Kelola Sektor Pertambangan di Kawasan Kars Gunungsewu	PT. Visi Indonesia Berkemajuan - DPRD DIY
19	2023	Geologi untuk Kehidupan yang Lebih Baik	SMK N 1 Balikpapan

H. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1	Tinjauan Hidrogeologi sebagai Pendukung Potensi Panas Bumi Daerah Gedongsongo, Jawa Tengah	Jurnal Teknologi	Vol. 6, No. 1, Juni 2013
2	<i>The Eruption Impacts to The Springs of Mt. Merapi</i>	Jurnal Teknologi Nasional	Vol. 14, No. 2 April 2013
3	<i>Geothermal Prospect Analysis based on Geomorphology and Alteration of Ungaran Geothermal Field</i>	Jurnal Techno	Vol. 1, No. 1, 2015
4	<i>Hydrochemistry of Groundwater in Geyer, Grobogan Province, Central Java</i>	Kurvatek	Vol. 1, No. 2, 2016
5	<i>Groundwater Flow and Its Isotopic Evolution in Deep Aquifer of Jakarta Groundwater Basin</i>	Journal of Geological Sciences (JGS)	Vol 3, No. 1, 2016
6	<i>Hydroisotope of Groundwater in Westernpart of West Progo Dome</i>	Kurvatek	Vol. 2, No. 1, April 2017
7	<i>Environmental Geological Potential of Kaligesing Area, Purworejo District</i>	Kurvatek	Vol. 2, No. 2, Nov. 2017
8	<i>Isotopic Chemical Characteristics of Groundwater in Banjararum Area, West Progo</i>	Kurvatek	Vol. 2, No. 2, Nov. 2017
9	<i>Morphological Aspects on Spring Appearance at Girimulyo and Its Surrounding Area, West Progo</i>	Kurvatek	Vol. 02 , No. 2, Nov. 2017
10	<i>Lineament Control on Spring Characteristics At Central West Progo Hills, Indonesia,</i>	International Journal of Geomate	Vol.14, Issue 46, Juni, 2018

11	<i>Groundwater Occurrence Prediction using Regressions on Morphometric Variables in Upstream Progo Watershed, Yogyakarta</i>	Indonesian Journal of Geoscience (IJOG)	Vol. 5, No. 3, Des. 2018
12	<i>Topographic Control on Groundwater Flow in Central of Hard Water Area, West Progo Hills, Indonesia</i>	International Journal of Geomate	Vol. 17, Issue 60, Agustus, 2019.
13	<i>Quality and Groundwater Flow at Degan, Banjararum, West Progo</i>	Kurvatek	Vol. 04 , No. 2, Nov. 2019.
14	<i>Physical and Chemical Properties of Groundwater in Banjararum Area and Its Vicinity</i>	Kurvatek	Vol. 04, No. 2, Nov. 2019
15	Identifikasi Petrofisik Batuan sebagai Pendukung Karakteristik Hidrolik Akuifer pada Sub DAS Code, Yogyakarta	Jurnal Geosapta	Vol. 6 , No. 2, Juli 2020
16	<i>Hydrogeology Potential of Hargorejo Area Kokap Subdistrict West Progo Regency</i>	Angkasa	Vol. 12, No. 2, Nov. 2020
17	Paleomorfogenesis Bentang Alam Kompleks Gunung Ijo, Kulon Progo	Kurvatek	Vol 5, No. 2, Nov. 2020
18	Studi Potensi Airtanah pada Cekungan Airtanah (CAT) Banyumudal, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah	Jurnal Ilmu Lingkungan (JIL)	Vol. 18, Issue 3, Des. 2020
19	Proses Hidrokimia pada Air Dolina Kars Gunungsewu di Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta	Jurnal Geosains dan Teknologi (JGT)	Vol. 4, No. 1, Maret 2021
20	<i>Groundwater Flow Model in The Center of West Progo Dome based on Hydrochemical a</i>	Bulletin of the Geological Society of Malaysia (BGSM)	Vol. 71, Mei 2021.

21	<i>Geochemical of Karst Water in Westernpart of Gunungkidul District Area</i>	International J. on Advanced Sci., Eng. and Inf. Tech. (IJASEIT)	Vol. 11, No. 3, 2021.
22	<i>The Influence of Physical Properties on The Compressive Strength of The Rock in The Samigaluh Area, Kulon Progo, Indonesia</i>	International Journal of Applied Sci. and Eng. Rev. (IJASER)	Vol. 3, Issue 2, March-April 2022.
23	<i>Groundwater quality assessment for drinking and clean water in Bagelen and its surrounding area</i>	Sustinere: Journal of Env. and Sustainability	Vol. 6, No. 2, 2022
24	<i>Groundwater Contributing to Doline Hydrochemistry in Panggang and Wonosari-Baron Hydrogeological Subsystems, Indonesia</i>	Journal of Water and Env. Tech. (JWET)	Vol. 20, No. 5, 2022
25	<i>Recharge Zone of Shallow Groundwater at Southeastern of Kulon Progo District Area based on Groundwater Facies</i>	International Journal of Econ. and Env. Geology (IJEEG)	Vol. 13, No. 4, pp. 10-15, 2023
26	<i>Determination of groundwater recharge–discharge zone to support water resources in Galur–Lendah area, Indonesia</i>	Journal of Water and Land Dev. (JWLD)	No. 56 (I–III): 203–214, 2023
27	<i>The Effect of Ash Content on Coal Quality in The Labanan Formation In Berau District, East Kalimantan Province</i>	Kurvatek	Vol. 8, No. 1, April 2023

I. Pemakalah Seminar Ilmiah dalam 10 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke 8	Studi Pencemaran Air di Sub Daerah Aliran Sungai Code, Yogyakarta guna Mendukung Upaya Konservasi Airtanah Pasca Erupsi Merapi 2010	STTNAS Yogyakarta, 14 Desember 2013
2	Prosiding Ritektra, Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan IV	Hidrokimia Airtanah Daerah Tlogoadi, Mlati, Sleman	Univ. Sanata Dharma Yogyakarta, 17-18 Sept. 2014
3	<i>Seminar of Energy for the Future and Conserving Geoheritage</i>	<i>Geomorphological Response Variable of Upstream of Progo Drainage Area</i>	UPN Veteran – U.K. Malaysia – Badan Geologi, Yogyakarta, 20 – 21 Nov. 2014
4	Seminar dalam rangka peresmian Kampus Lapangan STTNAS, Yogyakarta.	<i>Sumber Daya Lingkungan Geologi Perbukitan Kulon Progo</i>	Kulon Progo, 2015
5	Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke 10	<i>Groundwater Flow and Its Quality in Shallow Aquifer at Prapak Kulon, Sendangmulyo, Minggir, Sleman</i>	STTNAS Yogyakarta, 19 Desember 2015
6	Seminar Nasional Ke-III, Fakultas Teknik Geologi	<i>Groundwater Flow and Its Relation to Surface Water at The Upstream Part of Progo Drainage Area</i>	Universitas Padjajaran, Bandung, 28 Mei 2016
7	<i>5th Annual International Conference on</i>	<i>Hydrochemistry of Groundwater in Yogyakarta Graben,</i>	GSTF, Singapore, 10 Oktober 2016

	<i>Geological & Earth Sciences (GEOS 2016)</i>	<i>Area of Code Sub Drainage, Yogyakarta, Indonesia</i>	
8	Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST 2016)	Morfologi dan Karakteristik Sungai Sebagai Pendukung Panas Bumi di Daerah Lereng Selatan Gunung Ungaran	IST AKPRIND, Yogyakarta 26 November 2016
9	Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-11	<i>Rock's Mineral Control on Groundwater Quality in Jakarta Groundwater Basin</i>	STTNAS Yogyakarta 10 Desember 2016
10	<i>3rd Annual Rural Development Conference (RDC)</i>	<i>Influence of Rock's Chemical Composition to Groundwater Quality in Jakarta Basin</i>	Bangkok, Thailand, 2017
11	<i>The 2nd Joint Conference of Utsunomiya University and Universitas Padjadjaran</i>	<i>Quantitative Geomorphology of Landform at Samigaluh and Surrounding Area, West Progo, Central Java, Indonesia</i>	Utsunomiya, Japan, 24 November 2017
12	Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12	<i>Geochemical of Soil at Gedongsongo Geothermal Prospect Area</i>	STTNAS Yogyakarta, 19 Desember 2017
13	Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-13	<i>Water Quality and Its Appropriate Use for Society in Hargowilis, West Progo</i>	STTNAS Yogyakarta, 3 November 2018

14	<i>The 8th International Conference-GEOMATE (Geotechnique, Construction Materials and Environment) 2018</i>	<i>Topographic Control on Groundwater Flow in Central of Hard Water Area, West Progo Hills, Indonesia</i>	Kuala Lumpur, Malaysia, Nov. 20-22, 2018
15	<i>The 1st International Conference on Env., Sustainable Issues, and Community Development (INCRID)</i>	<i>Potential of water pollution in Girimulyo, West Progo</i>	Semarang, 23-24 Oktober 2019
16	<i>International Conference on Industrial Technology and Information Design (ICITID)</i>	<i>Influence of Rocks to The Hydrochemical Facies of Groundwater at Samigaluh Area, West Progo</i>	ITNY, Yogyakarta, 26 Oktober 2019
17	Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-14	<i>Criticise of Van Zuidam Classification: A Purpose of Landform Unit</i>	ITNY, Yogyakarta, 2 November 2019
18	<i>The 1st International Conference on Environment, Sustainability Issues, and Community Development (INCRID)</i>	<i>Potential of Water Pollution in Girimulyo, West Progo</i>	Universitas Diponegoro, Semarang, 23-24 Okt 2019
19	<i>The 5th International Conference on Energy, Environmental and Information System (ICENIS)</i>	<i>Chemical Type Variation of Groundwater in Borobudur and Surroundings Area, Magelang District</i>	Univ. Diponegoro, Semarang, 12-13 Agustus 2020
20	<i>International Conference on Agribusiness and</i>	<i>Drainage Pattern at Kaligesing Area,</i>	Univ. Muhammadiyah Yogyakarta, 13-

	<i>Rural Development (IConARD 2020)</i>	<i>Purworejo District, Central Java</i>	14 Oktober 2020,
21	<i>International Conference of Geological Engineering Faculty (ICGEF 2020)</i>	<i>Hydrochemical of Groundwater and The Potential of Sea Water Intrusion in Tanah Laut, South Kalimantan</i>	Universitas Padjadjaran, 16-17 Nov 2020
22	<i>International Conference on Geological Engineering and Geosciences (ICGoES 2021)</i>	<i>Stable Isotopes Changes in Groundwater: Case Study in Mudal and Clapar Springs, West Progo</i>	Jur. T. Geologi, FT., Universitas Gadjah Mada, 16-18 Maret 2021
23	<i>4th International Conference on Sustainable Agriculture (ICoSA 2021)</i>	<i>Groundwater in Bener Area, Its Quality and Contribution for Agriculture</i>	Univ. Muhammadiyah Yogyakarta, 25-26 Agt 2021
24	<i>The 2nd International Conference on Engineering Science and Technology (ICEST)</i>	<i>Groundwater Aggressiveness in Jonggrangan Karst, West Progo Area</i>	ISTA, Yogyakarta, 15-16 September 2021
25	<i>4th International Conference on Earth Science, Mineral, And Energy (ICEMINE 2021)</i>	<i>The Effect of Geological Conditions on Groundwater Quality Characteristics in Kalipancur Village, Bojong Subdistrict, Pekalongan Regency, Central Java</i>	UPN Veteran, Yogyakarta, 28 Oktober 2021
26	<i>1st 2022 International Conference on Sustainable Environment, Development, and Energy (Conser2022)</i>	<i>Groundwater in Karst Region: between Hazards and Water Resources</i>	Bali, 5 - 6 Desember 2022

27	<i>1st 2022 International Conference on Sustainable Environment, Development, and Energy (Conser2022)</i>	<i>Watershed characteristics of West Progo dome and its implications on neotectonic</i>	Bali, 5 - 6 Desember 2022
28	<i>The 2st Seminar Nasional dan Prosiding Scitech 2023 Fakultas Sains dan Teknologi</i>	<i>The Cobalt Enrichment Zone of Gag Island, West Papua, as A Valuable Mineral Resource</i>	Unisnu Jepara, 22 Juni 2023

J. Karya Buku

No.	Judul Buku / <i>Book Chapter</i>	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	<i>Book Chapter: Menjaga Mataair: Upaya Perlindungan Airtanah Berkelanjutan; dalam Buku: Bunga Rampai. Merangkai Negeri: Sebuah Kontribusi Pemikiran dan Solusi untuk Indonesia</i>	2021	h. 33-45	Deepublish Publisher, Yogyakarta
2	Pengantar Hidrogeologi	2022	115 h.	Deepublish Publisher, Yogyakarta

K. Pengalaman Profesi (10 tahun terakhir)

No	Tahun	Kegiatan
1	2014	Instruktur pelatihan “Manajemen Sedimentasi Waduk”, 23 Oktober 2014, (Bintang Baru Melati).
2	2014	Instruktur pelatihan “Pemeliharaan Pos Hidrologi”, 28 Oktober 2014, (Wahana Totalita).
3	2015	Tenaga Ahli Geologi (<i>Team Leader</i>) dalam proyek “Pemetaan Daerah Rawan Bencana Gerakan Tanah di Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Cilacap”, (CV.

		Greenterra Mapindo - Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), Pemkab. Cilacap).
4	2015	<i>Team Leader</i> dalam proyek “Penyusunan Desain dan Strategi Konservasi pada Zona Imbuhan dan Lepasannya Airtanah” (CV. Reka Kusuma Buana – ESDM DIY).
5	2015	Tenaga Ahli Hidrologi dalam proyek “Penyusunan Grand Design Wanawisata Budaya Mataram RPH Mangunan” (CV. Enkorp – Dinas Kehutanan dan Perkebunan DIY)
6	2015	<i>Team Leader</i> dalam Proyek “Pembuatan Dokumen Peta Rawan Bencana (Banjir dan Tanah Longsor) pada 10 Kecamatan di Kabupaten Cilacap” (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Pemkab Cilacap – CV. Greenterra)
7	2016	Tenaga Ahli Geologi dalam proyek “Penyusunan Master Plan Pengembangan Wilayah Kawasan Bentang Alam Kars (KBAK) di Kecamatan Tawangharjo dan Wirosari, Kabupaten Grobogan” (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Grobogan - PT. Proporsi)
8	2016	<i>Team Leader</i> pada proyek “Penyusunan Kawasan Peruntukan Pertambangan Kabupaten Bantul” (PUP-ESDM DIY - PT. Kalaprana)
9	2016	<i>Team Leader</i> pada proyek “Pemetaan Daerah Rawan Bencana Gerakan Tanah Kecamatan Cipari” (SDA-ESDM Cilacap – CV. Greenterra)
10	2016	<i>Team Leader</i> dalam Proyek “Kajian Geologi Lingkungan Kawasan Segara Anakan” (Dinas Bina Marga Sumber Daya Air Energi Dan Sumber Daya Mineral – PT. Proporsi) Pelaksana: Greenterra
11	2017	Tenaga Ahli Geologi dalam Proyek “Penyusunan Masterplan Pengembangan Wilayah Kawasan Bentang Alam Karst di Kecamatan Tawangharjo dan Wirosari” (Pemerintah Kabupaten Grobogan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah /BAPPEDA – PT. Proporsi)
12	2017	Penyusunan Rancangan Standar KKNi (EI-Dinas Pekerjaan Umum Jakarta)
13	2018	Tenaga Ahli Geologi dalam proyek “Pemetaan Potensi dan Konservasi Airtanah CAT Salatiga” (Dinas ESDM Jawa Tengah – CV. Madani)
14	2018	Tenaga Ahli Geologi dalam proyek “Pemetaan Zonasi Potensi dan Konservasi Air Tanah di Wilayah CAT

		Pagatan Tahap II Kabupaten Kotabaru” (Dinas ESDM Kalimantan Selatan – CV. Madani)
15	2018	Tenaga Ahli Geologi Lingkungan dalam Proyek “Pendampingan Peninjauan Kembali RT RW Kabupaten Gunungkidul” (Dinas Pertanahan & Tata Ruang Kab. Gunung Kidul – PT. Proporsi)
16	2018	Tenaga Ahli Geologi dalam proyek “Penyusunan Masterplan Kawasan Lereng Gunung Merapi (Tempel, Turi, Cangkringan) Tahun 2018” (Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Pemda Kab. Sleman – CV. Reka Kusuma Buana)
17	2018	Tenaga Ahli Geologi dalam proyek “Penyusunan Naskah Akademik dan Draf Rancangan Peraturan Daerah Inisiatif DPRD DIY tentang Pengendalian, Pengelolaan dan Pemanfaatan Sumber Daya Air Tahun 2018) (CV. Enkorp)
18	2019	Instruktur pelatihan “Introduction to Groundwater”, 16-21 Agustus 2019 (Powerindo NS).
19	2019	Instruktur pelatihan “Planning Hydrology, Vegetation, and Soils”, 18 - 20 Nov 2019 (Expertindo),
20	2019	Tenaga Ahli Geologi dalam proyek “Kajian Lingkungan Kawasan Pantai Selatan (Kawasan Ekonomi Khusus Pariwisata Pantai Samas-Parangtritis dan Pantai Selatan Penanda Keistimewaan” (PT. Almas - Biro Administrasi Perekonomian & SDA Sekretariat Daerah DIY)
21	2019	Tenaga Ahli dalam Penyusunan Kajian Risiko Bencana Kabupaten Grobogan Tahun Anggaran 2019 (CV. Greentera Mapindo – BPBD Grobogan)
22	2019	Ahli Hidrogeologi/Team Leader pada pekerjaan Inventarisasi Data Hidrogeologi Kabupaten Pasuruan (CV. Madani CS – Dinas ESDM Jawa Timur)
23	2019	Ahli Geologi Airtanah pada pekerjaan Pemetaan Potensi Air Tanah Di Wilayah Cekungan Air Tanah (CAT) Palangkaraya-Banjarmasin (Kab. Tanah Laut, Kab. Banjar dan Kota Banjarbaru) (Madani – Dinas ESDM Kalsel)
24	2019	Ahli Hidrogeologi/Team Leader pada pekerjaan Pemetaan Zona Konservasi Air Tanah pada CAT Kabupaten Donggala (CV. Madani CS – Dinas ESDM Sulteng)

25	2019	Penyusunan Masterplan KBAK di Kecamatan Grobogan dan Kecamatan Ngaringan (PT. Proporsi - Bappeda Grobogan)
26	2020	ANDAL dan RKL-RPL Rencana Kegiatan Pengembangan RS PKU Muhammadiyah Gamping (Tim Penyusun Draf Adendum)
27	2020	Tenaga Ahli Geohidrologi pada pekerjaan Rencana Kegiatan Pembangunan dan Operasional Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Banjarejo (PT. Gammamulti Usaha Mandiri-DLH Pemkab. Gunungkidul) Pelaksana: Almaz
28	2020	Penyusunan dokumen AMDAL Politeknik Negeri Cilacap (Greenterra-PT. Gama Multi Mandiri)
29	2020	Pemetaan Potensi Airtanah di Wilayah CAT Palangkaraya-Banjarmasin Kab.Tabalong dan Balangan (CV. Madani - Dinas ESDM Kalsel)
30	2020	<i>Team Leader</i> Pekerjaan Jasa Konsultansi Perencanaan Penyusunan Studi Pemetaan Potensi Pertambangan/Deposit Tambang Kab. Kendal di Wilayah Kecamatan Plantungan dan Sukorejo (CV. Madani CS – Dinas PUPR Kab. Kendal)
31	2021	<i>Team leader</i> dalam kegiatan “Kajian Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang di Kab. Gunungkidul dan Kab. Kulon Progo” (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan DIY – CV. Madani CS)
32	2021	<i>Team leader</i> dalam kegiatan “Review Peta Tanah Longsor” (BPBD DIY – CV. Madani CS)
33	2021	Tenaga ahli geologi dalam pekerjaan “Pendataan Rumah Rawan Bencana Gunungkidul” (Dinas PUPR Gunungkidul – PT. Proporsi)
34	2022	Tenaga ahli geologi dalam pekerjaan “Belanja Jasa Dokumen Lingkungan Kegiatan Pembangunan Taman Budaya Bantul” (PT Almaz - Dinas Kebudayaan Kab. Bantul).
35	2022	Tenaga ahli geologi dalam pekerjaan “Penyusunan Dokumen Rencana Penanggulangan Bencana (RPB) pada BPBD Kabupaten Grobogan” (CV. Greenterra Mapindo – BPBD Kab. Grobogan).
36	2023	<i>Team Leader</i> /Tenaga ahli geologi dalam pekerjaan “Kajian Tata Kelola Sektor Pertambangan di Kawasan

		Karst di Daerah Istimewa Yogyakarta” (PT Visi Indonesia Mandiri Berkemajuan-DPRD DIY).
37	2023	Tenaga ahli geologi dalam pekerjaan “Penetapan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan Rencana Rinci Tata Ruang (RDTR) Kabupaten/Kota Bantul Barat” (CV. Madani – Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kab. Bantul) (<i>on progress</i>).
38	2023	Tenaga ahli geologi dalam pekerjaan “Penyusunan Addendum AMDAL TPA Piyungan” (PT. Tumbuh Jaya Desain-Dinas PUP-ESDM DIY) (<i>on progress</i>).
39	2023	Tenaga ahli geologi dalam pekerjaan “Kajian Risiko Bencana (KRB) di Kabupaten Sragen” (CV. Greenterra Mapindo – BPBD Kab. Sragen).

L. Keanggotaan dalam Organisasi Profesi

Tahun		Organisasi	No. Anggota
2010 sekarang	-	Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI)	2572 B
2019 sekarang	-	Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PAAI)	010019007
2021 sekarang	-	Persatuan Insinyur Indonesia (PII) <i>The Institution of Engineers Indonesia</i>	1202.05.050109
2022 sekarang	-	Asosiasi Program Studi Teknik Geologi (ASPRODITEGI)	
2022 sekarang	-	Perkumpulan Tenaga Ahli Konstruksi Mandiri (PERTAMA)	207.11.22.64615

M. Sertifikasi / Kompetensi

Tahun		Nama	No. Sertifikat	No. Registrasi	Lembaga
2009 sekarang	-	Sertifikat Pendidik	091236211 207	059/PTP- UGM/200 9	Depdiknas RI
2010 sekarang	-	Asesor BKD	2022.02.02 5953	NIRA. 990912362 112070598 4	Kemendikbu dristek - BSrE

2016 - sekarang	Asesor Kompetensi <i>Assessor of Competency</i>	93000 2419 0039631 2016	MET.000. 002514 2016	BNSP <i>Indonesia Professional Certification Authority</i>
12 Feb 2019 - 2022	Ahli Geoteknik Madya	No anggota ATAPI: 2400/R.SK A/ATAPI- GTO/II/20 19	1.2.216.2.1 51.29.1919 129	Lembaga Pengembang an Jasa Konstruksi - ATAPI
2021	Profesi	0017/2054 15210/SD/ PPI/21		USD
18 Agt 2021 - 2024	STRI		0.005.21.1. 1.0000509 1	PII
23 Nov 2021-2026	SIP-IPM <i>Senior Professional Engineer</i>	2-05-00- 000085-00	004966	PII
2022 - 2027	Ahli Madya Hidrologi <i>Middle Expert in Hydrology</i>	74321 2142.08 8 00000347 2022	F 1993 00347 2022 0000405 SI 10	BNSP <i>Indonesia Professional Certification Authority</i>
2022 - 2027	Ahli Madya Geoteknik <i>Associate Geotechnical Expert</i>	74321 2142.99 8 00022303 2022	F 1993 22303 2022 0000405 SI 15	BNSP <i>Indonesia Professional Certification Authority</i>

N. Penghargaan

No	Tahun	Jenis	Institusi
1	2017	Penghargaan/tanda jasa 25 tahun	YPTN
2	2019	<i>Best paper</i> -2 dalam Seminar ICITID	ITNY
3	2019	<i>Best paper</i> dalam Seminar ReTII- 14	ITNY