



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

ReTII-14

Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi

Revolusi Industri 4.0 :
Peluang dan Tantangan Terkini bagi Technopreneur

Sabtu, 2 November 2019



Supported by :



Official Internet Provider



Seminar Nasional ReTII Ke-14 2019

Peluang dan Tantangan Terkini Bagi Enterpreneur

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jl. Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta
Telp. (0274) 485390, Fax. (0247) 487249
Email: seminar@itny.ac.id

Sanksi Pelanggaran Pasal 72 Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 Ayat 1 atau Pasal 9 Ayat 1 dan Ayat 2 dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (Satu Juta Rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barang siapa dengan saja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagai dimaksud pada Ayat 1 dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau dengan paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

PENYUNTING

Reviewer

Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.
Dr. Hill. Gendoet Hartono, ST., MT
Dr. Ratna Kartikasari, ST., MT
Dr. Hita Pandita, ST., MT.
Dr. Ir. Ev. Budiadi, MS
Dr. Ani Tjitra Handayani, ST., MT.
Dr. Daru Sugati, ST., MT.
Dr. R. Andy Erwin Wijaya, ST., MT.
Subardi, ST., MT., Ph.D.
Aris Warsita, ST., MT., Ph.D.
Novi Maulida Ni;mah, ST., M.Sc.

Editor

Dr. Andriyanto Setyawan, ST., MT. (Politeknik Negeri Bandung)
Dr. Daru Sugati, ST., MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta)
Dr. Sugiarto, ST., MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta)

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jl. Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta
Telp. (0274) 485390, Fax. (0247) 487249
Email: seminar@itny.ac.id

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab	: Rektor ITNY (Dr. Ir. H. Ircham, MT)
Pengarah	: Wakil Rektor I ITNY (Dr. Ratna Kartikasari, ST., MT.)
	: Wakil Rektor I ITNY (Marwanto, ST., MT)
	: Wakil Rektor I ITNY (Dr. Hill Gendoet Hartono, ST., MT.)
Ketua Pelaksana	: Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.
Sekretaris Pelaksana	: Ani Apriani, S.Si., M.Sc.
Staf Sekretaris	: Sunah, SE. Indah Rachmawati, SE.
Bendahara	: Ir. Hj. Oni Yuliani, M.Kom
	: Marsita Wuri Andari, SE.
Reviewer	:
a. Teknik Geologi	: Dr. Hill. Gendoet Hartono, ST., MT
	: Dr. Hita Pandita, ST., MT.
b. Teknik Mesin	: Dr. Ir. Ev. Budiadi, MS.
	: Dr. Ratna Kartikasari, ST., MT
	: Dr. Daru Sugati, ST., MT.
	: Subardi, ST., MT. Ph.D.
	: Aris Warsita, ST., MT. Ph.D.
c. Teknik Elektro	: Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.
d. Teknik Sipil	: Dr. Ani Tjitra Handayani, ST., MT.
e. Teknik Pertambangan	: Dr. R. Andy Erwin Wijaya, ST., MT.
f. Teknik PWK	: Novi Maulida Ni'mah, ST., M.Sc.
Seksi Makalah	: Rizqi Prastowo, S.Pd., M.Sc. Didit Setyo Pamuji, ST., M.Eng. Al Husein Flowers Rizqi, ST., M. Eng.
Seksi Publikasi dan Dokumentasi	: Ferri Okto Satria, ST. Afif Suryo Anggoro, S.Kom.
Seksi Acara dan Sponsorship	: Diah Suwarti, ST., M.Eng. Dian Sulistyo Ardianto, ST. G.H. Yudhi Kristianto, ST.
Seksi Perlengkapan	: Ign. Purwanto Watimin

Sambutan Ketua Pelaksana

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT, kita dapat berkumpul di Kampus Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) untuk mengikuti Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) pada tanggal 2 November 2019. Tema yang diangkat dalam Seminar ini “Peluang dan Tantangan Terkini Bagi Enterpreneur”.

Seminar Nasional ReTII ini merupakan kegiatan tahunan ITNY yang pada tahun ini merupakan tahun yang ke-14. Tujuan diselenggarakannya seminar ini adalah sebagai sarana untuk mempublikasikan artikel ilmiah, sebagai forum diskusi dan interaksi ilmiah antara akademisi, peneliti, praktisi dan pemerhati ilmu pengetahuan dan teknologi mengenai hasil-hasil penelitian maupun pengalaman teknis lainnya yang telah dicapai. Judul makalah yang akan dipresentasikan dalam seminar ini sejumlah 74 makalah.

Panitia ucapan terima kasih kepada yang terhormat Bapak Ir. Ria Wardhani Pawan, MM. yang berkenan menjadi *keynote-speech*, para pemakalah yang berkenan mengirim makalahnya dan berkenan hadir serta peserta seminar dan semua pihak yang turut serta berpartisipasi aktif dalam penyelenggaraan seminar ini.

Panitia telah berusaha maksimal untuk menyelenggarakan seminar sebaik mungkin, namun kami menyadari masih ada kekurangan dan kami mohon maaf atas kekurangan yang ada. Akhir kata kami ucapan “ Selamat Berseminar”.

Yogyakarta, 2 November 2019
Ketua Pelaksana Semnas ReTII Ke-14

ttd

Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.

**Dalam Rangka
Pembukaan Seminar Nasional
Rekayasa Teknologi dan Informasi (ReTII) ke-14
Yogyakarta, 2 November 2019**

Assalamu'alaikum wr.wb
Salam sejahtera bagi kita semua

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT karena hanya dengan ridhoNya kita dapat berkumpul di sini dalam rangka Seminar ReTII ke-14 dalam keadaan sehat wal'afiat. Mudah-mudahan Allah SWT juga memberi kemudahan kepada panitia dalam menyelenggarakan seminar ini. Demikian juga kepada para peserta dalam mengikuti acara seminar ini.

Seminar ReTII kali ini merupakan yang ke-14 dan merupakan agenda tahunan STTNAS yang dimaksudkan agar dapat menjadi ajang temu para pakar, peneliti riset dan pendidik untuk saling tukar pengalaman, informasi, berdiskusi, memperluas wawasan dan untuk merespon perkembangan teknologi yang demikian pesat. Selain itu diharapkan adanya kerja sama dari para pakar, peneliti dan pendidik yang hadir sehingga menghasilkan penelitian bersama yang lebih berkualitas dan bersama-sama pula ikut memecahkan persoalan – persoalan teknologi untuk kemandirian bangsa.

Semoga seminar ini dapat terselenggara dengan baik dan memenuhi harapan kita semua. Akhirnya saya ucapan terima kasih kepada panitia dan semua pihak yang membantu sehingga acara Seminar ReTII ke-14 ini dapat terselenggara dengan baik. Jika ada yang kurang dalam penyelenggaraan seminar ini, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 2 November 2019
Rektor

ttd

Dr. Ir. H. Ircham, M.T.

DAFTAR ISI

SUSUNAN PANITIA.....	iii
SAMBUTAN KETUA PANITIA.....	iv
SAMBUTAN REKTOR ITNY.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
Kajian Penataan Reklame di Koridor Jalan Affandi Yogyakarta Dwi Kunto Nurkukuh.....	1
Preferensi Lokasi Perumahan Oleh Masyarakat Menengah Kebawah Kota Jambi Rafika Dwi Endyan, Solikhah Retno Hidayati, Dwi Kunto Nur Kukuh.....	7
Rancangan Teknis Penataan Lahan Bekas Penambangan Batubara Di Pit 2 Pada Iup Op Pt. Baramega Citra Mulia Persada Blok Pt. Baramega Indonesia Surya Alam Kelumpang Hilir, Kotabaru, Kalimantan Selatan Dharma Rezkia Putra,Diskarina Haiqal, Wawong Dwi Ratminah.....	18
Kajian Unit Unit Peremuk Batu Andesit Untuk Kebutuhan Ashpalt Mix Di PT. Deltamarga Adyatama Basecamp Kudus Jawa Tengah Dharma Rezkia Putra, Novel Holda Irawan , Dwi Poertranto.....	26
Evaluasi Ekonomi Proyek Pengolahan Batu Andesit di PT. Calvary Abadi Desa Somopuro Kecamatan Jogonalan Kabupaten Klaten Mycelia Paradise, Ag. Isjudarto, H. Kresno.....	41
Studi Perbandingan Kualitas Tanah Untuk Reklamasi Berdasarkan Tingkat Kesuburan Tanah Pada Blok 1 Pit 3 & Pit 5 Terhadap Tanah Asli di PT. Soe Makmur Resources Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur Chindy M. S. Funay , Noni Banunaek, Abdul Rauf.....	48
Analisis Kandungan Logam Berat Pada Tailing Pencucian Mangan PT.Anugerah Nusantara Sejahtera Di Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur Matilda Metboki, Rika Ernawati, Nurkhamim.....	54
Estimasi Sumberdaya Emas Menggunakan Metode Ordinary Kriging Pada Pit X, PT. Indo Muro Kencana, Kec. Tanah Siang,Kab. Murung Raya, Kalimantan Tengah Achmad Reza Kurniawan, Nur Ali Amri.....	59

Studi Penanganan Air Asam Tambang Dengan Metode Aktif (Active Treatment) Pada PT. Bukit Asam Tbk (Studi Kasus KPL Saluran ALP IUP Tambang Air Laya)	70
Agus Margana Womal, Nurkhamim.....	
Jejak dan Faktor Pengontrol Keterdapatannya Logam Berat (Heavy metal) didalam Sedimen	78
Mu'tashain Ridha, Rika Ernawati, Tedy Agung Cahyadi	
Analisis Faktor Resiko Kadar Debu Terhadap Kesehatan Pekerja Di Pt. Calvary Abadi Di Desa Somopuro Kecamatan Jogonalan Kabupaten Klaten Propinsi Jawa Tengah	84
Shilvyanora aprilia rande.....	
Merkuri Dalam Bijih Emas Di Dusun Sangon II Kalirejo Kokap Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta	91
Erry Sumarjono, Gunawan Nusanto, Suyono, Untung Sukamto.....	
Kajian Tingkat Kebisingan Pertambangan yang Diterima pemukiman sekitar Tambang di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah	98
Nely Wijaya, Gusman Yusuf.....	
Alternatif Teknik Rehabilitasi Lahan Terdegradasi pada Lahan Bekas Galian Industri sekitar Tambang di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah	103
Gusman Yusuf, Nely Wijaya.....	
Alternatif Teknik Rehabilitasi Lahan Terdegradasi pada Lahan Bekas Galian Industri sekitar Tambang di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah	107
Muhammad Bahtiyar Rosyadi, Novandri Kusuma Wardana.....	
Tingkat Pencemaran Logam Berat Di Pesisir Pantai Akibat Penambangan Bijih Nikel	113
Herlando Bubala, Tedy Agung Cahyadi, Rika Ernawati.....	
Overview Metode Perhitungan Kerentanan Airtanah Terhadap Rencana Penambangan	123
Shenny Linggasari, Tedy Agung Cahyadi , Rika Ernawati.....	
Analisis Efek Skala Pada Pengujian Kuat Tekan Uniaksial Terhadap Batu Dolomit Pada PT. Polowijo Gosari,	130
Gresik Jawa Timur	
Erwin Rangga, Kusnaryo, dan Kasandra Kurnia	

Conditioning Time Penambahan Nash Pada Flotasi Ore Stockpile Low Pyrite Dan High Pyrite Dengan Metode Control Potential Sulfidisation Nindi Virginia, Edy Nursanto, Handika Ade Wardana.....	134
Analisis Pengaruh Tinggi Terbang Drone Terhadap Ketelitian Geometri Peta Foto Ketut Gunawan, Rangga Wikandaru, Anton Sudiyanto, Edy Nursanto, Tedy Agung Cahyadi, Yudha Krisna Suhendra, Rizky Ikhsan Luthfian Noor.....	143
Kajian Teknis Penanganan Air Asam Tambang Dengan Menggunakan Metode Active Treatment Di Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) Pit 3 Barat Baru PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan Deni Susanto, Yessy Stevano Arlay, Wawong Dwi Ratminah.....	152
Manajemen Risiko Untuk Evaluasi Ekonomi Pembukaan Proyek Industri Batubara Laura Puspita Sari.....	160
Pemanfaatan Teknologi Mikrohidro Pada Air Buangan Tambang Ifa Auliachusna, Mutiara Selina, Wahyu Idi Pangngestu, Tedy Agung Cahyadi...	167
Pengaruh Kualitas Jalan Terhadap Nilai Lahan Menggunakan Uji Mann Whitney Ridayati.....	176
Perancangan Sistem Kontrol Berbasis Arduino Uno pada Dispenser Penyedia Minuman Otomatis Eddy Erham.....	182
Penyeleksi Produk Cacat Minuman Kemasan Sri Kusumastuti, Sindung Hadwi Widi Sasono, Suryono , Supriyati.....	189
Desain dan Implementasi Pengendali Capture Kamera Menggunakan Voice Command dan Internet of Things (IoT) Heru Susanto, Agus Nurcahyo.....	194
Identifikasi Faktor Kegagalan Ujian BBQ Pada Mahasiswa Teknik Industri Annisa Mulia Rani, Didi Sunardi.....	203
Analisa Karakteristik Heart Rate Variability (HRV) pada Perokok Aktif dan Vapers Aktif Eki Dipo Laksono, Alvin Sahroni.....	208
Proyeksi Permintaan Suplai Energi Listrik Tahun 2018-2038 di Provinsi Papua Alan Hofni Putra Bonay, Ahmad Agus Setiawan, Rachmawan Budiarto.....	220

Rancang Bangun Sistem Konveyor Berbasis Internet Of Thing (IOT) Tugino, Edmund U.A, Arif Basuki, Joko Prasojo.....	228
Sistem Otentifikasi Sidik Jari menggunakan Metode Minutiae Matching berbasis Average Euclidean Distance Hendri Himawan Triharminto, Almira Budiyanto.....	236
Analisis Korelasi Domain Frekuensi Gelombang Otak Dengan Stimulasi Sumber Suara / Musik Menggunakan Electroencephalograph (EEG) Rayhan Imam Azhar, Alvin Sahroni.....	243
Perbandingan Antara Solar Cell Tipe Monocrystalline Dan Polycrystalline Pada Keadaan Terhalang Untuk Pertimbangan Pemilihan Pembangkit Tenaga Surya Ayusta Lukita Wardani, Aris Heri Andriawan, Niken Adriaty Basyarach.....	251
Investigasi Awal Perilaku Pengguna Terhadap Penerimaan Aplikasi e-Transportasi di Kabupaten Nganjuk:Studi Kasus Aplikasi HeehJek Tri Lathif Mardi Suryanto, Asif Faroqi, Nor Hasanah, Arista Pratama.....	257
Exploratory Data Analysis dalam Konteks Klasifikasi Data Mining Eka Dyar Wahyuni, Amalia Anjani Arifiyanti, Mashita Kustyani.....	263
Analisis Faktor-Faktor Penerimaan Layanan Streaming Musik di Indonesia (Studi Kasus Joox) Doddy Ridwandono, Pradita Yunifa Bestari, Tri Lathif Mardi S, Arista Pratama..	270
Rancang Bangun Sistem Informasi Kewirausahaan Mahasiswa Siti Mukaromah, Arista Pratama, Agung Brastama Putra.....	278
Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Profesi Linier Untuk Lulusan Program Studi Sistem Informasi Dengan Metode SAW Prisa Marga Kusumantara, Nur Cahyo Wibowo, Yesi Novia.....	285
Sistem Informasi Eksekutif Stok Daging Sapi di Pulau Jawa Agung Brastama Putra, Canang Cita Gemilang, Mohammad Bintang Fajar, Ahmad Mustofa.K.Pasya.....	291
Implementasi Pengali Pada Spartan-2 Fpga Sebagai Pendukung Tapis Digital Pada Radio Detection Finder (RDF) Denny Dermawan, Lasmadi , Adi Setiawan.....	296
Dampak Tegangan Induksi Petir pada Tangki Penyimpanan Bahan Bakar Cair Flammable Budi Utama.....	306

Rekomendasi Pembimbing dan Pengaji Tugas Akhir Menggunakan Vector Space Model Eka Pitriyani, Ardiansyah.....	317
Sistem Informasi Pengelolaan Kegiatan Karang Taruna (SIPEKATAR) Naralatu Agantuka Berbasis Website Tali Buana Pamungkas Regen, Paulus Tofan Rapiyanta.....	324
Criticise of Van Zuidam Classification: A Purpose of Landform Unit T. Listyani R.A.....	332
Tinjauan Awal Hubungan Vulkanostatigrafi Dengan Tipe Mineralisasi Daerah Kokap, Kulon Progo, Yogyakarta Oky Sugarbo.....	337
Pengaruh Sistem Hidrogeologi Terhadap Gerakan Tanah Pada Ruas Jalan Buruma Dan Sekitarnya, Kecamatan Baucau Kabupaten Baucau, Propinsi Baucau Timor Leste Armindo Antonio de Jesus, Sari B. Khusumayudha, Purwanto.....	347
Tantangan menentukan frekuensi dan besarnya letusan eksplosif dengan stratigrafi Amara Nugrahini.....	353
Analisis Siklus Perulangan Litologi pada Formasi Sambipitu di Sungai Ngalang, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, DIY Al Hussein Flowers Rizqi, Hendri Tri Purnomo.....	359
Analisa α -Selulosa dan Bilangan kappa Pada Proses Pembuatan Pulp (Pulping) Menggunakan Seludang Jantung Pisang Sebagai Bahan Baku Dewi Fernianti, Dini Hastuti.....	376
“EGG-GRADING” Mesin Klasifikasi Telur Ayam (BeratbTelur dan Telur Rusak) Otomatis Berbasis Microcontroller Yosha Dima Distya, Zulfa Ludfi Diana Sari, Bagas Cahya Edta Putra.....	380
Perancangan Alat Pengurai Sabut Kelapa Untuk Dunia Industri Skala IKM (Industri Kecil Dan Menengah) Enda Apriani, Habib Abdillah Nurusman.....	386
Studi Simulatif Pengaruh Sudut Kemiringan Sudu, Tip Speed Ratio dan Soliditas terhadap Faktor Daya Turbin Darrieus Dengan Profil Sudu NACA0021 Abdulkadir, Harianto, dandung Rudy Hartana.....	392

Pengaruh Perbedaan Mesh Terstruktur dan Mesh Tidak Terstruktur Pada Simulasi Sistem Pendinginan Mold Injeksi Produk Plastik Angger Bagus Prasetyo, Fauzun, Azhim Asyratul Azmi, Dudit Setyo Pamuji, Rizqi ilmal Yaqin.....	400
Sintesis Alkyd Resin dari Daun Kemangi (<i>Ocimum Basilicum</i>) Terhadap Perbandingan Minyak Atsiri Dan Gliserin Sebagai Pelarut Dony S.H Pasaribu, Theodorus Cahyo P, Fatah Ibnul Qoyim, Ani Purwanti.....	407
Optimasi Ekstraksi β -Karoten Ubi Jalar Kuning (<i>Ipomoea Batatas</i> .L) Sebagai Sumber Potensial Pigmen Alami Ani Purwanti, Maria Egenia Vivian Eksi Putri, Nadia Alviyati.....	414
Simulasi Performa Motor Roket Bertingkat Sri Kliwati, Haris Setyawan, Wahyu Widada.....	420
Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu untuk Memproduksi Pulp dengan Proses Soda Ganjar Andaka, Dani Wijayanto.....	427
Peta Potensi Kerusakan Bangunan Akibat Kerentanan Gerakan Tanah Di Daerah Kalirejo Kulonprogo Yogyakarta Sely Novita Sari, Rizqi Prastowo.....	435
Peningkatan Kualitas Pelayanan XY Express Wanajaya Melalui Integrasi Servqual dan Kano Model Syafrianita, Muamar Sidqi.....	442
Evaluasi Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR) Pelabuhan Tenau, Kupang Hartati M. Pakpahan.....	449
Analisis Pengaruh Manajemen Konstruksi terhadap Kesuksesan Operasional Proyek di Kabupaten Sleman dan Kota Madya Yogyakarta Ratih Dwi Indrajad, Triwuryanto, Sely Novita Sari.....	457
Pengaruh Serbuk Batu Kapur terhadap Karakteristik Beton Nurul Rochmah, Gede Sarya.....	465
Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode Pert (Program Evaluation And Review Technique) Pada Proyek Pembangunan Elyon Christian School Surabaya Michella Beatrix, Indra Lukmansyah, M. Lukman Nur Hakim.....	469
Peran Ruang Terbuka Hijau dalam Pembangunan Kota Nurul Fitria Marina.....	473

Strategi Manajemen Tata Kelola Perencanaan Smart City Kabupaten Kendal I Gede Wyana Lokantara, Indra Abdam Mukhwahid, Hery Mustofa.....	479
Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Berbahan Dasar Limbah Styrofoam Menggunakan Metode Elektrospinning Rena Juwita Sari, Maria Ratih Puspita, Fitria Basuki Sukandaru.....	488
Penentuan Kehilangan Tekanan dari Wellhead menuju Separator dengan Bantuan Simulator pada Sumur Panas Bumi Lia Yunita, Eko Widi Pramudiohadi.....	496
Behavior Setting Pemanfaatan Tanah Ulayat dalam Pola Penataan Ruang Waris dan Sirkulasi Kawasan Studi Kasus Korong Tarok Nagari Kepala Hilalang Asri Mariza Oktavia dan Suparwoko.....	503
Analisis Hirarki Pusat Pertumbuhan di Kawasan Pesisir DIY Yusliana, Mutiasari Kurniati Devi.....	512

Estimasi Sumberdaya Emas Menggunakan Metode *Ordinary Kriging* Pada Pit X, Pt. Indo Muro Kencana, Kec. Tanah Siang,Kab. Murung Raya, Kalimantan Tengah

Achmad Reza Kurniawan¹, Nur Ali Amri¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Korespondensi : achmadrezak23@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menganalisis penyebaran kadar sumberdaya emas *epithermal low sulphidation* berdasarkan metode geostatistik *ordinary kriging*. Daerah penelitian (Pit X) terletak di Kecamatan Tanah Siang, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah yang merupakan milik PT. Indo Muro Kencana. Data adslsh 569 titik bor dengan spasi 8 meter dan pengambilan sampel assay emas *epithermal* per 1 meter. Metode geostatistik yang digunakan antara lain metode *median indicator kriging* dan *ordinary kriging*. Parameter penaksiran kadar sumberdaya emas *epithermal* didasarkan pada studi variogram dan *crossvalidation* dari dua metode geostatistik yang digunakan. Penelitian ini menggunakan *software* Micromine 2018. Metode *ordinary kriging* menggunakan prinsip *block kriging* dan metode *median indicator kriging* menggunakan kadar batas nilai tengah atau median masing-masing *vein* untuk menaksirkan jumlah sumberdaya emas *epithermal*. Hasil *crossvalidation* dari penaksiran sumberdaya emas *epithermal* menunjukkan metode *median indicator kriging* mempunyai nilai koefisien korelasi (*r*) 0.587 dan *root mean squared error* (RMSE) 0,097 lebih akurat dibandingkan metode *ordinary kriging* yang mempunyao nilai koefisien korelasi (*r*) 0.103 dan *root mean squared error* (RMSE) 0.875. Klasifikasi sumberdaya emas *epithermal* didasarkan pada jarak rata-rata antar sampel yang ditunjukkan pada histogram. Hasil penaksiran kadar sumberdaya metode *ordinary kriging* memperoleh sumberdaya terukur 27607 ton dengan kadar rata-rata 2.237 Au ppm dan sumberdaya tertunjuk 5092 ton dengan kadar rata-rata 3.376 Au ppm dan sumberdaya tereka 40317 ton dengan kadar rata-rata 1.8 Au ppm.

Kata kunci: Sumberdaya, Geostatistik, Variogram, Kriging, Median Kriging, Vein Epithermal Low Sulphidation

ABSTRACT

The purpose of research is to analyze the grade distribution of gold epithermal vein low sulphidation resource based on geostatistical ordinary kriging. The research area (Pit X) is located in Tanah Siang subdistrict, Murung Raya regency, Central Borneo. The research area belongs to mining owner company PT. Indo Muro Kencana. The data are 569 drillholes with drillhole spacing is 8 meters and sampling 1 meter per gold gold epithermal assay. Geostatistical methods consist of two methods, median indicator kriging and ordinary kriging. The parameters of grade estimation gold epithermal are based on variogram study and the result of crossvalidation of two geostatistical methods. The research is conducted by using Micromine 2018. Ordinary kriging based on block kriging methods while median indicator kriging with the median value for each vein is used for the estimation of gold epithermal resources. The result of the crossvalidation shown that median indicator kriging with coefficient of corelation (*r*) value 0.587 and root mean squared error (RMSE) value 0.097 is more accurate method than ordinary kriging with coefficient of correlation (*r*) value 0.103 and roor mean squared error (RMSE) value 0.857. The classification of gold ephitermal resources is based on value of avarage distance of samples by looking to its histogram. The results of gold epithermal resources based on its avarage distance of samples value of ordinary kriging methods has measured resource with 27607 tons and the avarage grades is 2.237 Au ppm, indicated resource with 5092 tons and the avarege grades is 3.376 Au ppm, and inferred resource with 40317 tons and the avarage grades is 1.8 Au ppm.

Keywords : Resource, Geostatistics, Variogram, Kriging, Median Kriging, Vein Epithermal Low Sulohidation

1. PENDAHULUAN

Eksplorasi merupakan salah satu tahapan yang perlu dilakukan dalam mencari sumberdaya emas yang memiliki nilai ekonomis. Aktifitas eksplorasi dalam konteks sumberdaya emas perlu mempertimbangkan dua

aspek, yaitu aspek teknis dan aspek ekonomis. Kedua aspek tersebut merupakan langkah awal untuk mengevaluasi kegiatan eksplorasi, apakah sumberdaya emas tersebut layak atau tidak secara ekonomis untuk ditambang.

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan eksplorasi tambang yang mengkaji aspek teknis terkait penaksiran sumberdaya emas berdasarkan metode geostatistika. Metode ini merupakan bagian dari statistika yang mempertimbangkan kadar sebagai hasil pengasaman yang merupakan variabel spasial dalam struktur spasial (Krigie, 1999). Beberapa metode digunakan untuk penaksiran sumberdaya emas, tetapi pada penelitian ini penaksiran menggunakan metode *ordinary kriging*.

2. METODE PENELITIAN

Geostatistika merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Geostatistika bekerja berdasarkan parameter-parameter yang dihasilkan *fitting* variogram eksperimental dengan variogram teori (Amri dkk. 2018). Variogram juga sekalian digunakan untuk mengukur hubungan antara nilai-nilai sampel dan jarak antara pasangan sampel yang diamati (Martin dkk. 2009). Meski demikian, pemahaman statistika klasik perlu dicermati, beberapa metode yang sering digunakan diantaranya analisis univarian, bivariat dan statistik spasial.

Analisis Statistik Univari

Analisis statistik univariat merupakan perangkat statistik yang mendeskripsikan data dalam suatu populasi. Perangkat statistik yang menggambarkan letak data meliputi nilai rerata (*mean*), *modus*, nilai tengah (*median*), nilai maksimum dan minimum. Perangkat statistik untuk menggambarkan penyebaran (*variabilitas*) data tercermin pada nilai variansi dan simpangan baku.

Standard error (SE) adalah nilai yang mengukur seberapa tepat nilai rata-rata (*mean*) yang diperoleh. *Standard error* mencerminkan pengaruh sampel terhadap rata-rata sampel yang ada. Nilai *standard error* kecil (mendekati nol) mengindikasikan data sampel akurat atau representatif. Oleh karena itu, *standard error* dapat digunakan untuk menentukan dan mengontrol jumlah dari sampel, adapun *standard deviation* menjelaskan seberapa besar bervariasinya sampel yang digunakan.

Perangkat statistika yang digunakan untuk menggambarkan bentuk distribusi data antara lain : angka ketaksimetrisan (*skewness*), kurtosis, dan koefisien variasi (*coefficient variation*, CV). Angka ketaksimetrisan adalah perangkat statistika untuk menggambarkan simetri atau taksimeri suatu penyebaran data. *Skewness* atau ukuran kemiringan kurva adalah kecendrungan distribusi data dilihat dari ukuran simetris atau tidaknya suatu kumpulan data dalam bentuk kurva histogram yang diperbandingkan dengan distribusi normal.

Pada distribusi normal, nilai kurtosis sama dengan 0 (nol). Nilai kurtosis positif menunjukkan distribusi yang relative runcing sedangkan nilai kurtosis yang negatif menunjukkan distribusi relatif rata. *Skewness* maupun kurtosis pada umumnya digunakan untuk menunjukkan apakah data terdistribusi normal atau tidak.

Koefisien variasi (CV) adalah suatu parameter yang menunjukkan keheterogenankelompok data. Semakin besar nilai koefisien variasi, maka sifat data tersebut semakin heterogen. Koefisien variasi dapat juga digunakan untuk membandingkan 2 (dua) kelompok data. Koefisien variasi memprediksi masalah yang akan muncul dari sejumlah data. Keofisien variasi dengan nilai lebih dari 0,5 juga menunjukkan bahwa sampel sangat *erratic* sehingga dapat mempengaruhi hasil penaksiran akhir.

Analisis Statistik Bivariat

Analisis statistik bivariat digunakan untuk menganalisis distribusi dua buah kumpulan berbeda tetapi terletak pada lokasi yang sama. Statistika bivariat yang umum digunakan adalah diagram pancar (*scatterplot*), yaitu penggambaran dua peubah dalam suatu grafik *x-y*. Variabel yang diestimasi disebut variabel dependen / terikat. Dua parameter penting yang digunakan dalam statistika spasial adalah koefisien korelasi (*r*) dan *root mean squared error* (RMSE).

Nilai koefisien korelasi (*r*) berkisar $-1 \leq r \leq +1$, apabila nilai koefisien korelasi mendekati +1 atau -1, berarti hubungan antarvariabel tersebut semakin kuat dan sebaliknya jika mendekati nilai 0 (nol) maka tidak ada korelasi antar variabel. Koefisien korelasi (*r*) merupakan akar koefisien determinasi yang mendekati satu menunjukkan ukuran ketepatan dari hasil estimasi (variabel dependen / sumbu Y) terhadap data sebenarnya (variabel independen / sumbu X) pada garis regresi.

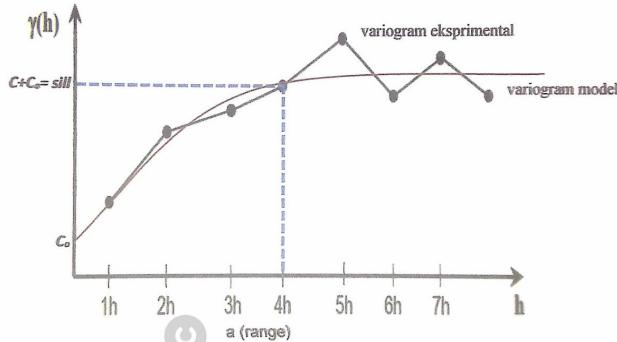
RMSE merupakan nilai yang digunakan untuk mengetahui tingkat kesalahan atau *error*. Semakin kecil nilai RMSE (mendekati nol) menunjukkan akurasi dari nilai prediksi yang diperoleh mendekati nilai sebenarnya. Adapun rumus *root mean squared error* dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{n-2}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

Analisis Statistik Spasial

Perangkat statistik yang digunakan untuk mengkuantifikasi korelasi ruang antar sampel adalah variogram. Variogram terdiri dari dua jenis yaitu variogram eksperimental dan variogram model. Hubungan antara variogram eksperimental dengan variogram model memiliki nilai parameter kecocokan. Cara *fitting* variogram merupakan langkah yang dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara variogram eksperimental dengan variogram model sehingga diperoleh nilai parameter kecocokan terhadap variogram tersebut. *Fitting* dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter yang terdiri dari *nugget effect* (C_0), *sill*, dan *range* (a). *Fitting* variogram digunakan sebagai masukan data untuk penaksiran metode geostatistik.

Hasil perhitungan variogram eksperimental dan variogram model yang diplot pada suatu koordinat Kartesian berupa jarak antar pasangan data (h) dan variogram ($\gamma(h)$) yang disebut dengan *fitting* variogram, seperti terlihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.1

Fitting Variogram Eksperimental - Variogram Model (Sinclair dan Blackwell, 2005)

Variogram adalah ukuran dari variansi yang menggambarkan karakteristik variabel di antara dua kuantitas (sampel) dari data yang diamati atau data hasil pengukuran di lapangan yang terpisah jarak (h).

Tiga variogram eksperimental pada penelitian adalah variogram eksperimental (kadar), variogram indikator serta *crossvariogram*.

Variogram eksperimental (dalam hal ini data kadar), merupakan variogram yang diperoleh dari perhitungan antar pasangan data sampel (kadar) pada jarak tertentu. Variogram eksperimental digunakan sebagai salah satu parameter untuk metode *kriging*. Matheron (1962) menjelaskan secara matematis persamaan variogram adalah :

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{i=1}^n [z(s_{i+h}) - z(s_i)]^2}{2N(h)} \quad \dots \dots \dots (2)$$

Cressie & Hawkins (1980) menyempurnakan formula Matheron (1962) menjadi suatu persamaan variogram yang *robust* sebagai berikut :

$$\gamma(h) = \frac{\left(\frac{1}{2|N(h)|} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(s_{i+h}) - z(s_i)]^2\right)^{\frac{1}{2}}}{0.457 + \frac{0.494}{|N(h)|}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- $\gamma(h)$ = Semivariogram
- $N(h)$ = jumlah pasangan data
- h = jarak tertentu yang mempunyai fungsi vector arah tertentu
- S_i = nilai kadar pada posisi ke- i
- S_{i+h} = nilai kadar pada posisi ke- $(i+h)$

Metode *Ordinary Kriging*

Penaksiran kadar dengan teknik *ordinary kriging* (OK) banyak digunakan karena sederhana dan mudah dipahami. Penaksiran kadar akan menghasilkan penaksiran sumberdaya yang akurat apabila dilakukan pada nilai koefisien variasi yang kecil. Menurut Journel (1983) penggunaan koefisien variasi data sebagai kriteria untuk penggunaan metode geostatistik linear dan *nonlinear*. Kim (1988) menyarankan untuk berhati-hati menggunakan kriging linear pada koefisien variasi antara 0,5-1,5. Penggunaan teknik OK pada koefisien variasi kurang dari 0,5 menghasilkan taksiran yang dapat dipercaya. Apabila data mempunyai koefisien variasi lebih dari 1,5 teknik kriging linear tidak memberikan hasil yang memuaskan sehingga harus menggunakan metode geostatistik *nonlinear*.

Berdasarkan cara estimasi dan proses pengolahan, metode *ordinary kriging* dibagi menjadi dua macam yaitu *block kriging* dan *point kriging*. Metode *point kriging* adalah metode kriging yang mempunyai ukuran blok/area sangat kecil atau berupa titik, sedangkan metode *block kriging* merupakan susunan dari

beberapa titik yang membentuk blok-blok ukuran besar sesuai dengan ukuran dimensi estimasi yang diinginkan.

Prosedur penaksiran untuk mencari nilai taksiran kriging metode *ordinary kriging* (OK) yaitu mencari kovariansi antar sampel dengan sampel, $C(ij)$ kemudian kovariansi antara sampel dengan blok, $C(iv)$ berdasarkan hubungan $C(h) = C(0)-\gamma'(h)$ sehingga diperoleh persamaan kovariansi. Nilai taksiran pada titik \hat{z} merupakan kombinasi linear antara $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ dan z_1, z_2, \dots, z_n .

Untuk meminimalkan kesalahan digunakan parameter pengali Lagrange, μ . Delivatif terhadap $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ yang meminimalkan variansi galat dan berjumlah satu $\sum_{i=1}^n \lambda_i$

Metode *ordinary kriging* (OK) ditentukan berdasarkan persamaan :

$$\hat{z} = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i \text{ dengan } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (17)$$

Keterangan :

- \hat{z} = nilai taksiran kriging
- σ = variansi kriging atau variansi estimasi
- $\sum_{i=1}^n \lambda_i$ = bobot sampel ke- i
- Z_i = nilai kadar sampel di lokasi- i

Secara umum prosedur metode *ordinary kriging* (OK) adalah sebagai berikut :

1. Hitung variansi sampel atau blok.
2. Untuk setiap titik atau blok lakukan langkah-langkah berikut :
 - a. cari sampel-sampel atau lubang bor terdekat.
 - b. hitung koefisien variansi antar sampel.
 - c. hitung koefisien variansi sampel dan blok.
3. Pecahkan persamaan linier untuk mencari bobot.
4. Hitung taksiran kadar untuk titik atau blok.
5. Hitung variansi kriging.

Variansi kriging tidak berkaitan langsung dengan data. Variansi kriging merupakan fungsi konfigurasi titik sampel dan korelasi spasial. Hubungan antara variogram dan kadar sampel yang dipakai dalam penaksiran direpresentasikan pada model variogram. Variogram tidak pernah didefinisikan secara lokal melainkan secara global (Davis, 1997).

Variansi kriging atau variansi estimasi adalah kesalahan yang terjadi karena akibat kesalahan dalam penilaian suatu blok. Kesalahan ini merupakan selisih mutlak antara nilai sesungguhnya yang tidak pernah diketahui dengan nilai taksiran. Semakin kecil nilai variansi estimasi, maka estimasi tersebut secara kuantitatif menjadi semakin baik. Untuk estimasi menggunakan satu sampel dengan nilai dari sampel tersebut diektensikan ke dalam suatu volume, dikenal dengan istilah ekstensi dan varians ekstensi. Sedangkan estimasi berdasarkan beberapa sampel dengan nilai-nilai dari sampel tersebut diekstensikan ke suatu volume yang dikenal dengan estimasi dan variansi estimasi (Darijanto, 2000).

Variansi kriging atau variansi estimasi bukan merupakan presisi penaksiran kriging melainkan indeks konfigurasi data (mengelompok atau menyebar) disekitar blok yang ditaksir. Variansi kriging tidak tergantung pada nilai data tetapi pada jumlah sampel/ sampel yang digunakan dalam penaksiran serta penyebaran (konfigurasi) sampel disekitar blok. Secara intuitif dapat dikatakan bahwa semakin kecil nilai variansi kriging (secara relatif), semakin banyak sampel yang digunakan oleh suatu blok dan semakin merata pula penyebaran sampel disekitar blok yang ditaksir, sehingga semakin besar tingkat kepercayaan kepada hasil taksiran kriging (Sulistyana, 2002).

Validasi Silang

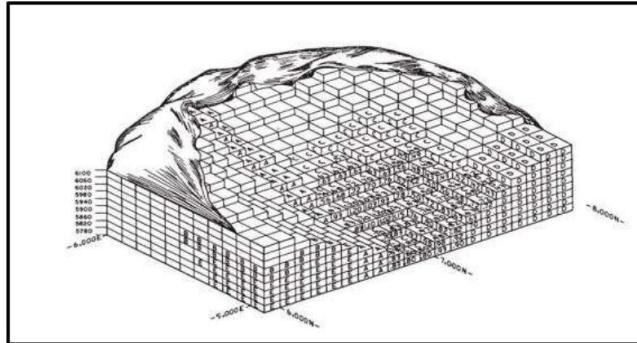
Validasi silang (*crossvalidation*) dilihat untuk melihat apakah hasil estimasi yang telah dilakukan baik atau tidak. *Crossvalidation* merupakan statistic bivariat yang artinya metode ini menganalisis distribusi dua buah variabel yang berbeda tetapi teletak pada lokasi yang sama untuk mengetahui hubungan dan ketergantungan antar variabel.

Parameter *crossvalidation* yang digunakan sebagai tingkat keakuratan antara hasil penaksiran metode *median indicator kriging* (mIK) dan *ordinary kriging* (OK) yaitu *root mean squared error* (RMSE), Koefisien determinasi, dan koefisien korelasi. Pada penelitian ini, parameter *crossvalidation* dianggap memiliki presisi yang baik jika memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. *Root mean squared error* (RMSE), nilai RMSE kecil (mendekati nol)
2. Koefisien *determination* (r^2) berkisar $0 < r^2 < 1$, mendekati angka satu yang menunjukkan ukuran ketepatan garis regresi dari hasil estimasi terhadap data sebenarnya.
3. Koefisien korelasi (r) merupakan parameter hubungan antara dua perubah (variabel) dengan nilai berkisar $-1 \leq r \leq +1$.

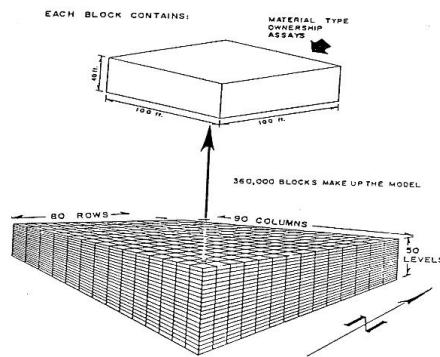
Konsep Model Blok

Permodelan dan penaksiran sumberdaya mineral secara computer didasarkan pada kerangka model blok. Ukuran blok model merupakan fungsi geometri mineralisasi di daerah telitian dan sistem penambangan yang akan digunakan. Sketsa blok model 3D dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini. Biasanya permodelan sumberdaya mempunyai batas koordinat ke utara missal 0N–1300N, ke arah timur missal 150E–600E, dan ketinggian missal 1075m–1400m.



Gambar 2.2
Model blok tiga dimensi (Hustrulid & Kutch, 1995)

Gambar 2.4 dibawah merupakan contoh ukuran blok ($10 \times 2 \times 5$)m berturut-turut ke arah utara, timur dan vertical sebagai satuan penambangan terkecil (*smallest mining unit*).



Gambar 2.3
Model blok tiga dimensi (Hustrulid & Kutch, 1995)

Perubah (*variable*) yang diperlukan untuk permodelan yaitu topografi daerah penelitian, informasi geologi, kadar mineral, jenis batuan (*rock*), massa jenis (*density*), persentase blok sebagai bagian bijih (*ore*), tonase setiap blok, jumlah minimum komposit.

Model blok adalah model komputer yang membagi cebakan bijih menjadi blok-blok yang seragam. Permodelan dan penaksiran sumberdaya mineral secara komputer didasarkan pada kerangka model blok. Model berbentuk balok dengan dimensi tertentu yang diperoleh dari data lubang bor. Blok memberi informasi yang diperoleh dari data lubang bor, seperti kadar logam, tipe batuan, densitas, dan nilai blok. Blok umumnya berbentuk balok dengan panjang sisi $+1/2-1/3$ jarak lubang bor. Blok dapat berukuran $25 \times 25 \times 15$ m (15m, umumnya tinggi jenjang penambangan).

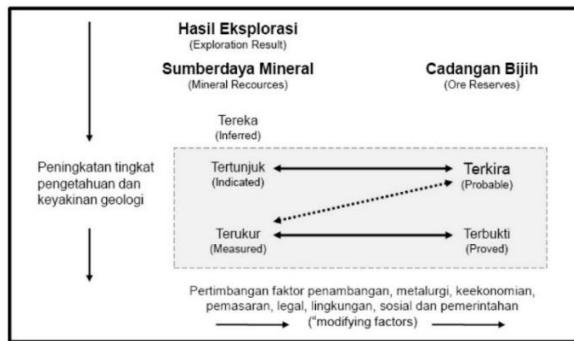
Klasifikasi Sumberdaya Mineral

Menurut Komite Cadangan Mineral Indonesia (KCMI) 2011, klasifikasi sumberdaya mineral dilakukan berdasarkan hubungan antara hasil eksplorasi, sumberdaya mineral dan cadangan bijih seperti Gambar 2.5. Berdasarkan klasifikasi ini, sumberdaya mineral terbagi menjadi 3 kategori yaitu sumberdaya mineral terkena (*inferred*), tertunjuk (*indicated*), dan terukur (*measured*).

Klasifikasi sumberdaya mineral dan cadangan bijih dikelompokan berdasarkan dua kriteria yang menjadi dasar klasifikasi yaitu keyakinan terhadap kondisi geologi dan peningkatan tingkat pengetahuan (kelayakan tambang). Sumberdaya mineral dengan tingkat keyakinan geologi yang paling tinggi masuk dalam klasifikasi sumberdaya *measured*. Klasifikasi dengan tingkat keyakinan geologi paling rendah masuk ke dalam klasifikasi sumberdaya *inferred*.

Klasifikasi sumberdaya mineral (*inferred-indicated-measured*) dapat ditingkatkan menjadi cadangan bila memenuhi syarat faktor pengubah (*modifying factor*) seperti penambangan, pengolahan/pemurnian, ekonomi, teknologi pertambangan, pemasaran, lingkungan, sosial, dan peraturan pemerintah

yang digunakan sebagai bahan pertimbangan. Namun jika tidak memenuhi syarat tersebut akan tetap menjadi sumberdaya mineral.



Gambar 2.4
Hubungan antara hasil eksplorasi, sumberdaya mineral dan cadangan bijih (KCMI, 2011)

Pengklasifikasian sumberdaya emas *epithermal* akan menggunakan nilai jarak rata-rata antar sampel yang kemudian akan dianalisis menggunakan histogram dan dikelompokkan menjadi tiga kategori, sumberdaya *measured, indicated, inferred*.

3. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan data yang diperoleh, maka perlu dilakukan pengkajian mengenai variografi dari sampel, pengkajian uji *crossvalidation* dari metode *ordinary kriging*, serta pengkajian mengenai klasifikasi sumberdaya emas *epithermal*.

3.1. Studi Variogram Metode *Ordinary Kriging* (OK)

Analisis variogram digunakan untuk mengetahui karakteristik korelasi spasial atau tingkat kemiripan (variabilitas) dari data *assay* emas *epithermal* dan median tertentu di daerah penelitian. Analisis variogram dilakukan dengan *software Micromine 2018* yang diawali dengan penentuan parameter penyusun dari variogram eksperimental yang terdiri dari parameter *lags* dan *directions*.

Parameter *lags* pada arah vertikal dan arah horizontal berbeda. Parameter *lags* yang digunakan dalam pencarian data pada arah horizontal sebesar 5 meter yang ditentukan berdasarkan spasi antar titik lubang bor, sedangkan pada arah vertikal disesuaikan dengan jarak dari data *assay* emas *epithermal* per 5 meter kedalaman.

Parameter *directions* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan empat arah utama (*azimuth*) yang representatif yaitu arah 0° , 45° , 90° , dan 135° serta satu arah pencarian ke segala arah (*omnidirectional*) dengan sudut toleransi sebesar 22.5° dan *bandwidth* sebesar 15 meter untuk arah horizontal sedangkan arah vertikal menggunakan *bandwidth* sebesar 0.5 meter. Penggunaan nilai sudut toleransi (α_{tot}) dan *bandwidth* membantu dalam mentoleransi data sampel terhadap jarak. Hal ini dilakukan mengingat kondisi topografi yang tidak datar sehingga data sampel tidak sepenuhnya memiliki jarak antar data sampel yang secara tepat sama. Parameter penyusunan variogram yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1
Parameter penyusun variogram pada data *assay Au ppm*

Arah	<i>Azimuth</i>	<i>Dip</i>	α_{tot}
Horizontal	<i>Omnidirectional</i>	0	90
	<i>N-S</i>	0	22.5
	<i>NE-SW</i>	45	22.5
	<i>E-W</i>	90	22.5
	<i>SE-NW</i>	135	22.5
Vertikal	0	90	22.5

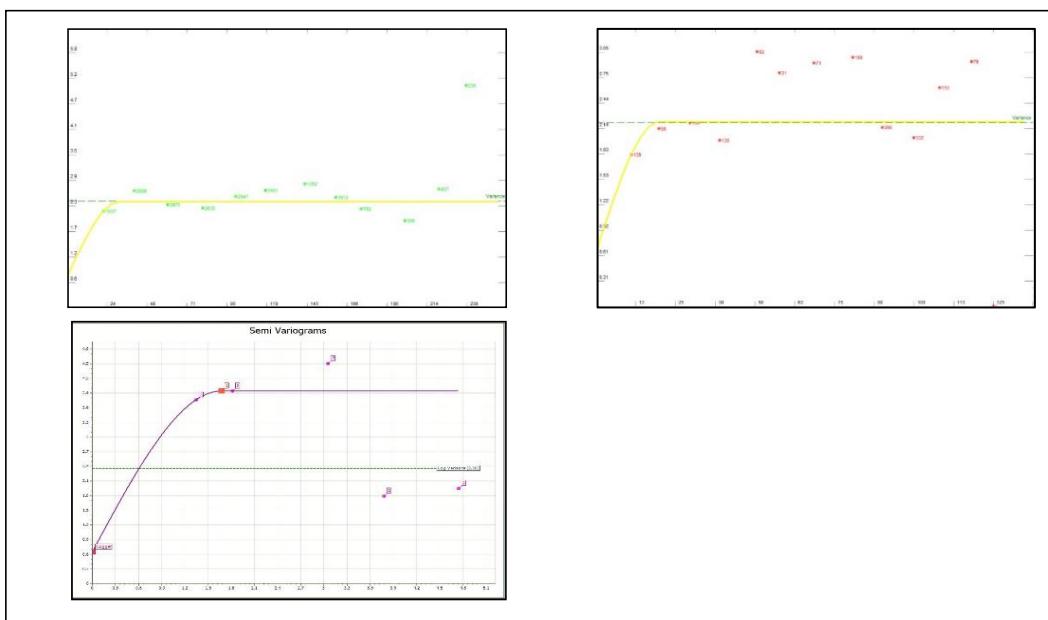
Pencarian variogram pada data *assay* emas *epithermal* dalam bentuk tiga dimensi akan dilakukan terpisah antara arah horizontal dan arah vertikal. Arah vertikal mempunyai struktur yang berbeda dengan arah horizontal. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat model anisotropi 3 struktur yaitu pada arah azimuth, vertikal dan *downhole*.

Perbedaan jarak yang signifikan antara arah vertikal dengan arah horizontal mengakibatkan proses kalkulasi variogram eksperimental dilakukan terpisah walaupun nantinya akan dimodelkan secara bersamaan dalam satu variogram yang disebut dengan variogram gabungan. Dari analisis variogram gabungan tersebut akan mempermudah untuk melakukan *fitting* variogram sehingga diperoleh parameter variogram 3 struktur (Azimuth, vertikal, dan *downhole*) yang akurat.

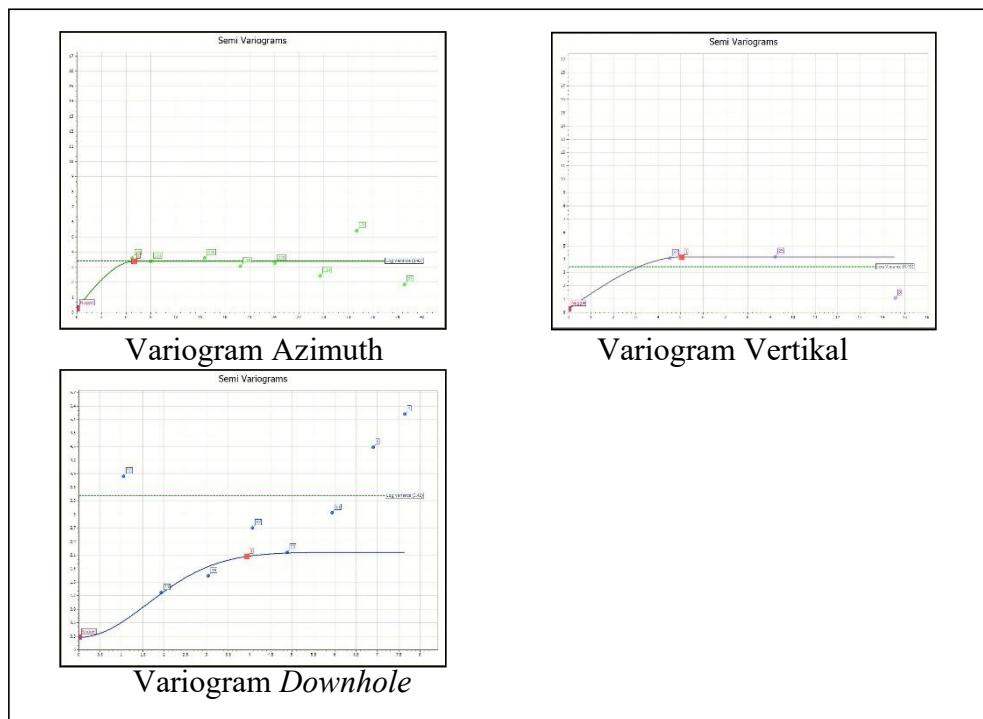
Studi variogram *ordinary kriging* menggunakan data *assay* emas *epithermal* di daerah penelitian. Variogram eksperimental metode *ordinary kriging* pada arah horizontal menggunakan *azimuth* 90°. Hasil *fitting* variogram eksperimental *assay* emas *epithermal* menunjukkan tipe model variogram *spherical*. Tipe variogram model yang dipilih tersebut dipilih berdasarkan perilaku variogram eksperimental. Variogram eksperimental yang telah dari data *assay* emas *epithermal* metode *ordinary kriging* (OK) yang telah dilakukan *fitting* variogram ditunjukkan pada Gambar 3.1-Gambar 3.3 dan parameter hasil *fitting* variogram metode *ordinary kriging* (OK) pada Tabel 3.2 di bawah ini

Tabel 3.2 Parameter hasil *fitting* variogram metode OK

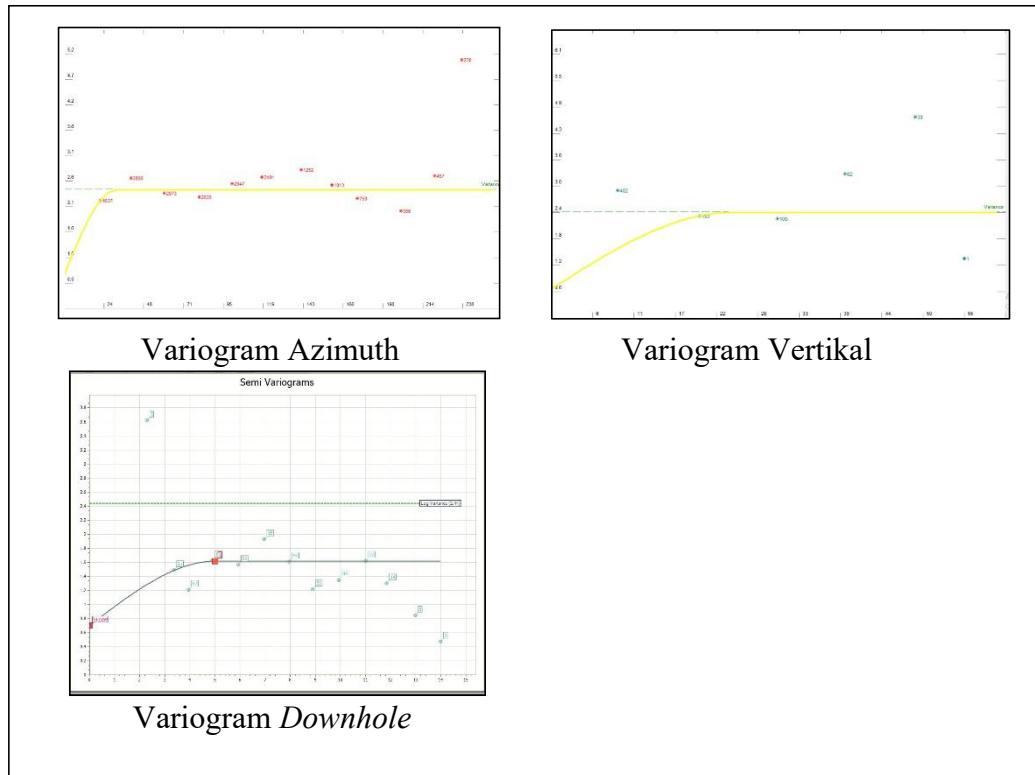
Metode	Domain	Nugget	Partial sill	Range	Azimuth	Plunge
OK	Vein 1	0,62	1,6	14	70	-50
				21	70	40
				8	20	0
OK	Vein 2	0.277	3,11	7.9	70	10
				5.04	189	70
				3.49	34	16.5
OK	Vein 3	0,65	1,73	31	105	0
				24	195	-80
				11	195	10



Gambar 3.1. Hasil *fitting* variogram kadar Au ppm Vein 1 metode OK



Gambar 3.2. Hasil fitting variogram kadar Au ppm Vein 2 metode OK



Gambar 3.3. Hasil fitting variogram kadar Au ppm Vein 3 metode OK

3.2. Penentuan *Search Ellipsoidal* Metode Geostatistik

Penentuan *search ellipsoidal* merupakan batas pencarian taksiran terhadap sampel emas *epithermal* berdasarkan bentuk *ellipsoidal* yang diperoleh dari hasil *fitting* variogram dari masing-masing metode geostatistik. Parameter *search ellipsoidal* metode geostatistik berbeda-beda dalam penaksirannya,

tergantung pada jarak dan banyaknya jumlah data yang digunakan untuk menaksirkan sumberdaya emas *epithermal*.

Penaksiran sumberdaya emas *epithermal* di sekitar *search ellipsoidal* menggunakan minimal 3 data sampel dan 25 data sampel dari data *assay* emas *epithermal* di daerah penelitian, sedangkan batas jarak *search ellipsoidal* yang masih dapat ditoleransi pencarian data dari arah vertikal dan horizontal dalam penaksiran sumberdaya emas *epithermal* yang ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Penentuan nilai parameter jarak *search ellipsoidal* metode geostatistik diperoleh dari jarak (range) maksimal dari hasil *fitting* variogram pada setiap metode geostatistik tiap-tiap vein. Jarak *ellipsoidal* pada arah horizontal untuk nilai *range* (major) diperoleh dari nilai maksimum, sedangkan nilai *range* (minor) dari nilai minimum. Jarak *ellipsoidal* pada arah vertikal untuk *range* (elevasi) menggunakan *range* variogram *downhole*.

Tabel 3.3
Parameter jarak *search ellipsoidal* metode geostatistik

Range (sumbu)		
Mayor	Minor	Elevasi
31	5.04	11

3.3. Crossvalidation Metode Geostatistik

Crossvalidation merupakan metode evaluasi yang digunakan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari hasil estimasi kadar emas *epithermal* metode geostatistik terhadap data *assay* emas *epithermal*. Data hasil estimasi kadar emas *epithermal* metode geostatistik diletakkan pada sumbu Y (dependent/terikat) sedangkan data *assay* emas *epithermal* diletakkan pada sumbu X (independent/bebas).

Berikut adalah tabulasi parameter *crossvalidation* metode geostatistik :

Tabel 3.4
Parameter *crossvalidation* metode geostatistik pada vein 1

Parameter	OK
<i>Coef. Det</i> (r^2)	0.321
<i>Coef. Corr</i> (r)	0.103
<i>RMSE</i>	0.845

3.4. Analisis Penaksiran Sumberdaya Emas *Epithermal*

Analisis penaksiran metodo geostatistik yaitu untuk mengetahui taksiran sumberdaya emas *epithermal* di daerah penelitian dari data *assay* emas *epithermal*. Hasil penaksiran metode geostatistik menghasilkan satu nilai estimasi kadar emas *epithermal* yang mewakili seluruh model blok masing-masing *vein* sumberdaya emas *epithermal* di daerah penelitian berdasarkan data *assay* emas *epithermal*.

Pengklasifikasian sumberdaya emas *epithermal* (*measured*/terukur, *indicated*/tertunjuk, dan *inferred*/tereka) berdasarkan pada jarak rata-rata antar sampel yang dianalisis menggunakan histogram dengan melihat modusnya, sehingga diperoleh tabulasi sumberdaya emas *epithermal* pada daerah penelitian yang ditunjukkan pada table 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5
Tabulasi unit blok sumberdaya emas *epithermal*

Sumberdaya		
<i>Measured</i>	<i>indicated</i>	<i>inferred</i>
3263	585	4616

Berdasarkan perolehan tabulasi sumberdaya emas *epithermal* untuk setiap metode geostatistik maka dapat diketahui kadar rata-rata dan sumberdaya emas *epithermal* pada daerah penelitian. Adapun hasil estimasi kadar blok rata-rata emas *epithermal*. Masing-masing klasifikasi setiap metode geostatistik ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Volume sumberdaya emas *epithermal* diperoleh dari hasil perkalian antara banyaknya unit blok sumberdaya emas *epithermal* dengan luasan grid (4x4x4) sedangkan tonase diperoleh dari hasil perkalian

antara volume dengan densitas. Nilai densitas *vein epithermal* yang digunakan secara umum untuk sumberdaya emas *epithermal* pada daerah penelitian sebesar 2.5.

Tabel 3.6 Hasil estimasi kadar blok rata-rata emas *epithermal*

Kadar blok rata-rata Au ppm		
<i>measured</i>	<i>indicated</i>	<i>inferred</i>
2.237	3.376	1.8

Tabel 3.7 Hasil penaksiran sumberdaya emas *epithermal*

Sumberdaya	
Volume (m ³)	
<i>Measured</i>	11043
<i>Indicated</i>	2037
<i>Inferred</i>	16127
Tonase (ton)	
<i>Measured</i>	27607
<i>Indicated</i>	5092
<i>Inferred</i>	40317

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari estimasi sumberdaya emas *epithermal* di wilayah Pit X, PT. Indo Muro Kencana, Kec. Tanah Siang, Kab. Murung Raya, Kalimantan Tengah adalah sebagai berikut :

- Hasil penaksiran sumberdaya emas *epithermal* metode *ordinary kriging* (OK) berdasarkan nilai jarak rata-rata antar sampel menghasilkan sumberdaya *measured* (terukur) sebanyak 27607 ton dengan kadar rata-rata 2.237 Au ppm, sumberdaya *indicated* (tertunjuk) sebesar 5092 ton dengan kadar rata-rata 3.376 Au ppm dan sumberdaya *inferred* (tereka) sebanyak 40317 ton dengan kadar rata-rata 1.8 Au ppm
- Hasil penaksiran sumberdaya emas *epithermal* dari metode *ordinary kriging* (OK) menunjukkan arah penyebaran sumberdaya emas *epithermal* pada arah penyebaran timur-tenggara dan barat-barat laut.
- Perlu pengkajian menggunakan metode geostatistik non-linear dikarenakan uji *crossvalidation* metode *ordinary kriging* menunjukkan data yang masih belum mendekati nilai asli data *assay* sebenarnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya terhadap keluarga besar yang telah memberikan semnagat.

DAFTAR PUSTAKA

Texbooks:

- [1] Kim Y.C. Advanced Geostatistics for Higly Skewed Data. 1989
- [2] Cressie. Statistics for Spatial Data. 1993.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, SNI Amandemen 1-SNI-13-4726-1998 (2011), Klasifikasi Sumberdaya dan cadangan”, Direktorat Sumberdaya Mineral dan Batubara
- [4] Journel. Non-Parametic Estimation of Spatial Distributions. 1983

- [5] Hustrulid, Kutcha. Open Pit, Mine Planning and Design. 1995

Edited book:

- [1] Edward H, Isaaks, R. Mohan Srivastava. An Intruduction To Applied Geostatistics. 1989

Other Journals :

- [1] N.A. Amri, Hartono, H.T. Siri. Kriging by Partition : Case of Ciurug Gold Vein. 2018
[2] K.A. Salomon. Geostatistical Estimation of a Paleoplacer Deposite With Hard Geological Boundary : A Case Study of Tarkwa Gold Mine. 2018
[3] W.S. Bargawa, N.A. Amri. Mineral Resources Estimation Based on Block Modeling. 2016