

## Rancangan Teknis Penambangan Emas pada PT DEF di Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat

Bagea Bagja Gumelar\*, Iswandaru, Zaenal

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*bageabig@gmail.com, iswandaru230390@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com

**Abstract.** PT DEF is a mining industry company engaged in gold ore mining which has a mining area in Simpenan District, Sukabumi Regency, West Java Province. Observations were made on the results of exploration drilling of 73 drill points in the form of recapitulation of drilling data which was used as a reference for making geological models and resource estimates. Based on the results of the grade assessment using the ordinary kriging method, the inferred resource was 166,482.38 tons with an average grade of 0.46 ppm, the indicated resource was 2,434,150.06 tons with an average grade of 0.58 ppm and the measured resource was 5,264,703.55 tons with an average grade of 0.85 ppm, so that the total resources obtained are 7,865,335.99 tons with an average grade of 0.76 ppm. Determination of areas that have the potential for mining is done based on the largest NPV value from the optimization pit results. Mining is carried out with an open-pit mining system, the mining method used is open pit. The design of the mine opening is made with a geometry of 6 m high, 5 m wide, and a slope of 52°. While the design of the road geometry used is a straight road width of 8.715 m, a bend road width of 14.84 m, a bend radius of 14.38 m, a superelevation of 40mm/m. Based on the results of the mining technical design, the mined reserves of gold ore were 7,270,393.62 tons with an average Au grade of 0.49 ppm. There are non-ore materials in the form of waste amounting to 9,190,104.22 Tons. The minimum gold ore production target is planned at 100,000 BCM/year.

**Keywords:** *Resources, Mined Reserves, Mining Technical Design.*

**Abstrak.** PT DEF merupakan perusahaan tambang yang bergerak pada komoditas bijih emas yang memiliki area pertambangan di Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Kegiatan Pengamatan dilakukan pada hasil eksplorasi pengeboran sejumlah 73 titik bor berupa rekapitulasi data pengeboran yang digunakan sebagai acuan pembuatan model geologi dan estimasi sumberdaya. Berdasarkan hasil penaksiran kadar menggunakan metode ordinary kriging, diperoleh sumberdaya tereka sebesar 166.482,38 ton dengan kadar rata-rata 0,46 ppm, sumberdaya terunjuk sebesar 2.434.150,06 ton dengan kadar rata-rata sebesar 0,58 ppm dan sumberdaya terukur sebesar 5.264.703,55 ton dengan kadar rata-rata sebesar 0,85 ppm, sehingga didapatkan total sumberdaya sebesar 7.865.335,99 Ton dengan kadar rata-rata sebesar 0,76 ppm. Penentuan area yang berpotensi untuk dilakukan penambangan dilakukan berdasarkan nilai NPV terbesar dari hasil pit optimasi. Penambangan dilakukan dengan sistem tambang terbuka, metode penambangan yang digunakan yaitu open pit. Rancangan bukaan tambang dibuat dengan geometri tinggi jenjang 6 m, lebar 5m, dan kemiringan 52°. Sedangkan rancangan geometri jalan yang digunakan yaitu lebar jalan lurus 8,715 m, lebar jalan tikungan 14,84 m, jari-jari tikungan sebesar 14,38 m, superelevasi 40mm/m. Berdasarkan hasil rancangan teknis penambangan, diperoleh cadangan tertambang bijih emas sebesar 7.270.393,62 Ton dengan kadar rata-rata Au 0,49 ppm. Terdapat material bukan bijih berupa waste sebesar 9.190.104,22 Ton. Target produksi minimal bijih emas direncanakan sebesar 100.000 BCM/tahun..

**Kata Kunci:** *Sumberdaya, Cadangan Tertambang, Rancangan Teknis Penambangan.*

## A. Pendahuluan

PT DEF merupakan perusahaan tambang yang bergerak pada komoditas bijih emas yang memiliki area pertambangan di Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Kegiatan penambangan perusahaan menggunakan sistem penambangan tambang terbuka. Untuk menunjang kegiatan penambangan diperlukan perencanaan dan perancangan tambang.

PT DEF merencanakan pembukaan lahan penambangan baru pada area IUP Eksplorasi. Diperlukan kajian mengenai rancangan teknis penambangan untuk kebutuhan perizinan dan acuan teknis penambangan perusahaan.

Kegiatan untuk merencanakan penambangan tidak akan lepas dari rencana produksi yang ditargetkan oleh suatu perusahaan. Hal tersebut harus disiapkan dengan matang mencakup alat penambangan, rencana penambangan, penjadwalan kegiatan penambangan serta kemajuan tambang agar memenuhi target produksi yang ditargetkan oleh perusahaan.

Pada penambangan emas PT DEF tentunya perlu dilakukan kajian mengenai desain dan penahapan tambang emas agar kegiatan penambangan berjalan dengan sistematis sehingga dapat mendukung kegiatan produksi menjadi lebih efektif.

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui kuantitas dan kualitas sumberdaya.
2. Mengetahui batas akhir penambangan.
3. Membuat desain pit penambangan.
4. Mengetahui jumlah cadangan tertambang.
5. Membuat penahapan tambang..

## B. Metodologi Penelitian

Rancangan teknis penambangan dirancang dengan urutan membuat analisis statistik & geostatistik, pemodelan geologi, pit optimasi, desain penambangan dan rencana kemajuan tambang.

1. Analisis Statistik & Geostatistik

Analisis statistik yang digunakan menggunakan analisis univariate. Analisis univariate adalah analisa yang dilakukan untuk menganalisis tiap variabel dari hasil penelitian (Notoadmodjo, 2005). Analisis geostatistik yang digunakan menggunakan perangkat statistik berupa semivariogram. Semivariogram adalah hasil perhitungan variogram eksperimental dan variogram model yang diplot pada suatu koordinat Kartesian berupa jarak antara pasangan data ( $h$ ) dan variogram ( $Y(h)$ ). Adapun untuk klasifikasi sumberdaya berdasarkan nilai range/daerah pengaruh ( $a$ ) menurut Brett Larkins (2011) di antaranya adalah :

- 1/3 nilai range/daerah pengaruh ( $a$ ) untuk klasifikasi measured;
- 2/3 nilai range/daerah pengaruh ( $a$ ) untuk klasifikasi indicated;
- 1 nilai range/daerah pengaruh ( $a$ ) untuk klasifikasi inferred.

2. Estimasi Sumberdaya

Estimasi sumberdaya termasuk didalamnya terdapat model geologi bertujuan untuk mengetahui pola penyebaran zona mineralisasi, baik geometri secara umum, letak/posisi, kedalaman, kemiringan, serta penyebaran bijih emas. Estimasi sumberdaya menggunakan metode estimasi ordinary kriging.

3. Pit Optimasi

Pit optimasi bertujuan untuk menentukan batas penambangan dari endapan emas dan juga menentukan besarnya cadangan yang akan ditambang. Pit optimasi dilakukan berdasarkan Igoritme Lerch – Grossman dengan mempertimbangkan variabel sudut kemiringan lereng (slope angle).

4. Rancangan Desain Penambangan

Rancangan desain penambangan dibuat berdasarkan perancangan push back. Perancangan push back ini ialah merancang dan menentukan bentuk-bentuk penambangan untuk menambang habis cadangan yang dimulai dari awal hingga batas pit yang telah ditentukan melalui pit optimasi.

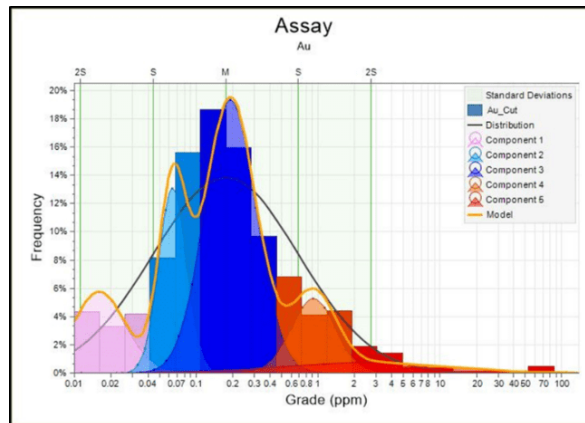
5. Rencana Produksi

Rencana produksi dibuat berdasarkan target produksi. Dalam urutan blok penambangan, output akhir berupa peta kemajuan tambang yang memperhatikan topografi existing, sehingga dapat diestimasi volume dan tonase dari endapan emas yang tertambang setiap periode yang telah ditentukan.

**C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

**Analisis Statistik dan Geostatistik**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, analisis statistik menunjukkan distribusi sebaran data kadar berupa histogram dan descriptive statistic yang dapat dilihat pada gambar 1 dan tabel 1.



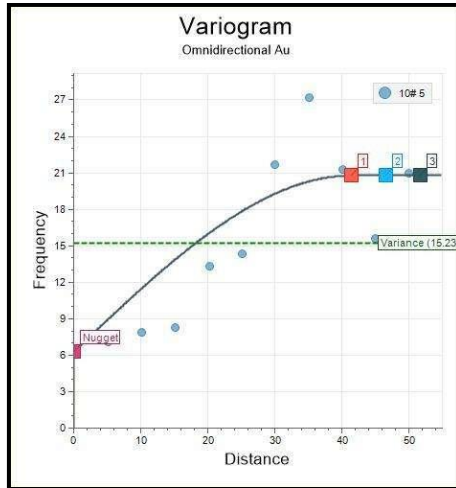
**Gambar 1.** Histogram Distribusi Kadar Au.

**Tabel 1.** Descriptive Statistic Distribusi Kadar Au.

Parameter	Nilai
<i>Minimum Value</i>	0,010
<i>Maximum Value</i>	53,467
<i>Mean</i>	0,727
<i>Variance</i>	15,237
<i>Weighted Mean</i>	0,727
<i>Weighted Variance</i>	15,237
<i>Weighted Std. Dev.</i>	5,090
<i>Standard Deviation</i>	3,903
<i>Coeff. Of Variation</i>	5,367
<i>Median</i>	0,160
<i>Skewness</i>	14,371
<i>Kurtosis</i>	239,740

Analisis geostatistik menghasilkan semivariogram yang menunjukkan hubungan antar data dalam suatu populasi dengan memperhatikan faktor spasial. Hasil dari semivariogram menunjukan nilai range dari klasifikasi sumberdaya yaitu :

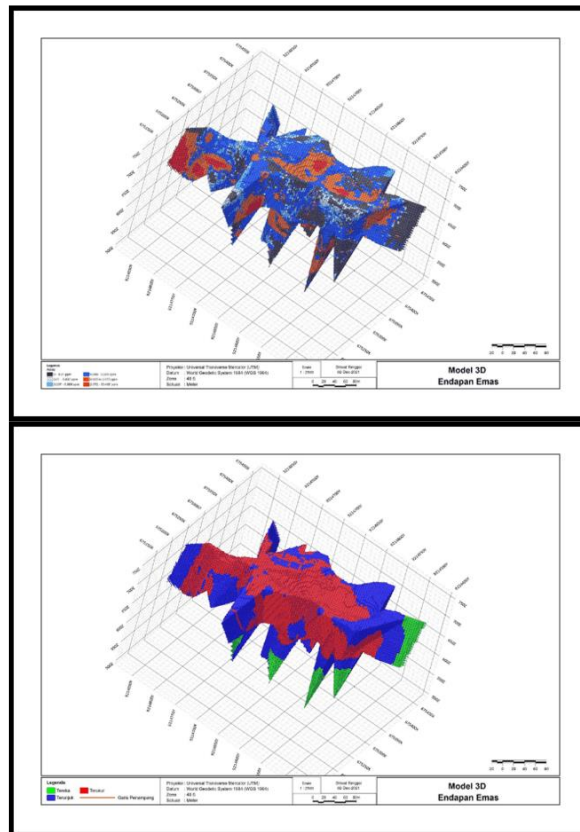
1. Nilai 1 pada semivariogram menunjukan range untuk klasifikasi sumberdaya terukur sebesar 41,5 m
  2. Nilai 2 pada semivariogram menunjukan range untuk klasifikasi sumberdaya tertunjuk sebesar 46,5 m
  3. Nilai 3 pada semivariogram menunjukan range untuk klasifikasi sumberdaya tereka sebesar 51,5 m
- Seperti ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Semivariogram

**Pemodelan Geologi**

Pemilahan data titik bor akan menghasilkan model geologi yang representatif. Visualisasi dari data korelasi antar titik bor sejumlah 73 titik bor menghasilkan model kadar dan model klasifikasi sumberdaya seperti pada gambar 3.



**Gambar 3.** Model Geologi

Hasil dari pemodelan geologi dilakukan estimasi sumberdaya menggunakan metode estimasi ordinary kriging sehingga didapatkan rekapitulasi estimasi sumberdaya seperti pada tabel 2.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Sumberdaya

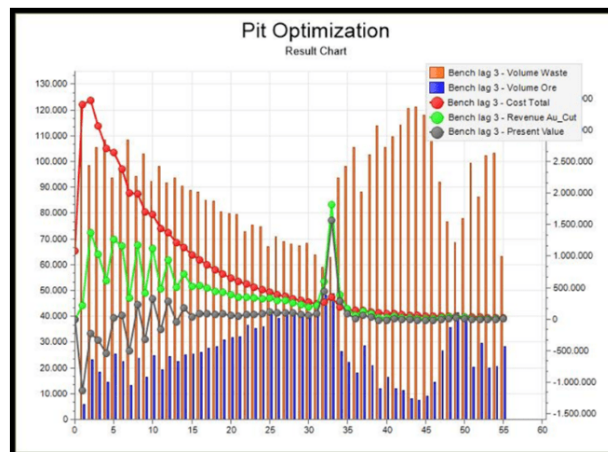
Klasifikasi	Kadar Rata-rata (ppm)	Density (Ton/BCM)	VOLUME (BCM)	Tonase (Ton)
Tereka	0,46	2,05	81.112	166.482,38
Tertunjuk	0,58	2,05	1.185.944	2.434.150,06
Terukur	0,85	2,05	2.565.020	5.264.703,55
Total	0,76	2,05	3.832.076	7.865.335,99

### Pit Optimasi

Pit optimasi dilakukan menggunakan algoritma Lerchs – Grossman melalui perangkat lunak Micromine. Tujuan dilakukan pit optimasi adalah menentukan rancangan konsep penambangan. Parameter pit optimasi yang digunakan seperti pada tabel 3. Hasil dari pit optimasi yaitu batas penambangan berupa sejumlah pit shell (acuan desain tambang) yang memiliki beragam nilai NPV. Penentuan pit shell dipilih berdasarkan pada nilai NPV terbesar sehingga memberikan keuntungan yang maksimal pula. Diperoleh pula hasil pit optimasi berupa grafik hubungan antara revenue dan cost seperti pada gambar 4.

**Tabel 3.** Parameter *Pit Optimasi*

Parameter	Satuan	Nilai
Biaya Penambangan	\$/t batuan	3,5
Faktor <i>Loss</i> Penambangan	%	1
Faktor Dilusi Penambangan	%	10
Faktor Recovery Pengolahan – Au	%	60
Faktor Recovery Pemurnian – Au	%	95
Biaya Pengolahan	\$/t bijih proses	10
Biaya <i>Grade Control</i>	\$/t bijih proses	1
Biaya <i>General &amp; Administration</i>	\$/t bijih proses	3
Biaya rehabilitasi, HSE dan K3	\$/t bijih proses	5
Biaya <i>TSF Sustaining</i>	\$/t bijih proses	3
Biaya angkut, pemurnian & penjualan	\$/oz Au produk	62,2
Sudut Lereng Keseluruhan ( <i>Overall Slope</i> )	derajat	32
Tarif royalti	\$/oz	92,44
Harga Logam Au	\$/oz	1848,8
<i>Selling Cost</i>	\$/oz	154,65
<i>Cut Off Grade</i>	ppm	0,025



**Gambar 4.** *Pit Optimasi*

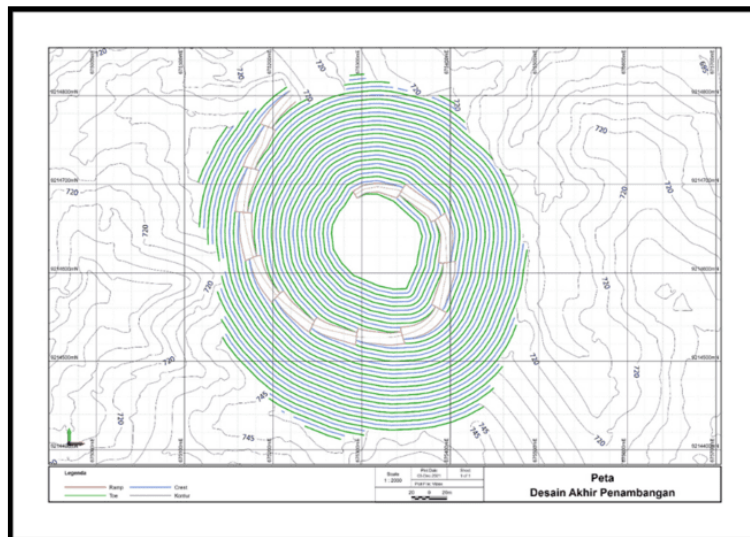
### Rancangan Desain Penambangan

Penentuan batasan rancangan desain penambangan berdasarkan nilai NPV terbaik hasil pit optimasi dengan menggunakan algoritma lerchs grossman.

Hasil pit optimasi menunjukkan acuan rancangan desain pit berupa pit shell dengan nilai NPV terbesar. Desain pit dilakukan dengan memperhatikan aspek rekomendasi geoteknik sebagai berikut :

1. Single slope = 52°
2. Overall slope = 32°
3. Tinggi Bench = 6 m
4. Berm = 5 m
5. Lebar jalan minimum ( $L_{\min}$ ) = 8,715 m
6. Lebar jalan minimum pada tikungan ( $W_{\min}$ ) = 2,490 m
7. Kemiringan Jalan = 10%
8. Jari-jari tikungan (R) = 14,38 m
9. Superelevasi (e) = 40 mm/m

Luasan bukaan tambang didapatkan sebesar 117.054,23 m<sup>2</sup> dengan elevasi antara 760,5 mdpl – 650 mdpl. Desain akhir pit penambangan didapatkan seperti pada gambar 5.



**Gambar 5.** Pit Desain

Berdasarkan hasil perhitungan cadangan diperoleh total cadangan bijih emas sebesar 7.270.393,62 Ton dan waste sebesar 9.190.104,22 Ton.

### Rencana Produksi

Letak awal dan arah penambangan ditentukan berdasarkan beberapa aspek pertimbangan yaitu seperti ketebalan material bukan bijih, ketersediaan tonase bijih dan kadar Au yang memenuhi Batasan kadar penjualan. Dilihat dari keadaan dan geometri material yang akan ditambang, maka dilakukan penambangan dengan letak awal pada elevasi tertinggi pit menuju arah elevasi terendah pit.

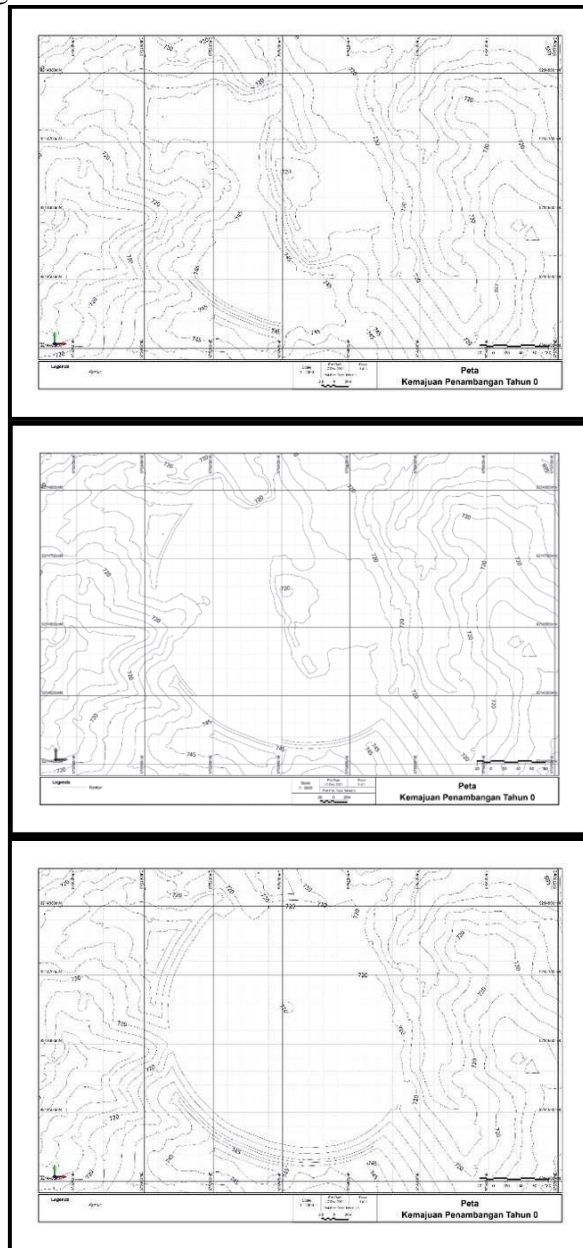
Target produksi ore minimal sebesar 100.000 BCM / tahun. Penjadwalan tambang didasarkan oleh target produksi sehingga diperoleh rekapitulasi rencana penjadwalan produksi yang dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Rencana Produksi Selama 10 Tahun

Tahun	Target Produksi Ore (BCM)	Waste (BCM)	Elevasi Min (mdpl)	Elevasi Max (mdpl)
1	106.003,43	120.111,24	740	760,5

2	101.910,62	11.836,70	740	746
3	101.658,57	46.898,51	734	746
4	102.125,80	124.539,10	734	740
5	104.773,59	34.668,90	728	740
6	103.636,58	28.602,54	728	734
7	101.347,22	23.164,72	722	734
8	102.818,01	34.573,25	722	728
9	102.565,48	48.131,47	722	728
10	101.221,69	0,00	716	728

Kemajuan tambang dibuat pada penambangan tahun ke 1, tahun ke 5 dan tahun ke 10 yang ditunjukkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Rencana Kemajuan Tambang Tahun 1, Tahun 5 dan Tahun 10

**D. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian

sebagai berikut:

1. Sumberdaya tereka sebesar 166.482,38 Ton dengan kadar rata-rata Au 0,46 ppm, sumberdaya terunjuk sebesar 2.434.150,06 Ton dengan kadar rata-rata Au 0,58 ppm. Sumberdaya terukur sebesar 5.264.703,55 Ton dengan rata-rata kadar Au 0,85 ppm.
2. Batas akhir penambangan berada pada elevasi 650 mdpl pada desain akhir pit penambangan. Luasan total penambangan seluas 117.054,23 "m" <sup>2</sup>
3. Desain pit penambangan menggunakan parameter single slope 52°, overall slope 32°, tinggi bench 6 m, berm 5 m, lebar jalan dua arah 8,715 m dan kemiringan 10%.
4. Jumlah cadangan bijih emas sebesar 7.270.393,62 Ton dengan kadar rata-rata pembobotan sebesar 0,49 ppm.
5. Rancangan penahapan tambang dilakukan dengan target produksi ore minimal 100.000 BCM/tahun. Sistem penambangan yang digunakan sistem tambang terbuka dengan metode penambangan open pit..

### Daftar Pustaka

- [1] Ani, 2019, "Kecamatan Jampang Tengah Dalam Angka", Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi.
- [2] Anonim, 1993, "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures – Volume I" Washington, DC.
- [3] Anonim, 2018, "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik". Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [4] DK, Publishing, 2012, "Nature Guide Rocks and Minerals", United State of America.
- [5] KCMI, 2017, "Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi Sumberdaya Mineral dan Cadangan Mineral Indonesia", PERHAPI.
- [6] Prodjosumarto, Partanto. 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [7] R. Khalokakaie et al., 2001, "Lerchs Grossmann Algorithm with Variable Slope Angles", Cardiff, Wales.
- [8] Saman, 2020, "Kecamatan Simpenan Dalam Angka 2019", Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi.
- [9] Sukanto, Rab., 1975, "Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa", Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Republik Indonesia.
- [10] Sukirman, dkk., 1999, "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan", Nova, Bandung.
- [11] T.J. Otto, C, Musingwini, 2020, "A compliance driver tree (CDT) based approach for improving the alignment of spatial and intertemporal execution with mine planning at open-pit mines", Elsevier, South Africa
- [12] T.M. Porter, 2002, "Porphyry and Hydrothermal Copper And Gold Deposits A Global Perspective", PGC Publishing, Australia
- [13] Williams, C.M., Henderson, K., dan Summers, S. 2015, "Practical Application of Drill Hole Spacing Analysis in Coal Resource Estimation ", South Brisbane, Australia.