

Rencana Penambangan Batuan Andesit pada Blok Paniisan di PT Gunung Kulalet Desa Baleendah Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat

Burhan Hamdani*, Zaenal, Dudi Nasrudin Usman

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

*burhantmb13@gmail.com

Abstract. The potential of andesite rock excavation materials, especially in the Bandung and West Bandung regencies has a potential of around 53.671.838 tons. With this potential and increasing demand for andesite rock quarrying, mining activities are needed. PT Gunung Kulalet is a mining company that conducts andesite rock mining activities. The mining company will carry out a detailed mining plan at the Paniisan Block mine site. Prior to the preparation of the mining plan the first step is to calculate the measured resources and after the mining plan is made, a measurable reserve will be obtained. Then the mining concept is determined, the production plan, the planned number of loading and unloading equipment and the number of conveyances, and the design and phasing of the mining based on the production target of 4.000 BCM/month and 48.000 BCM/year. The company's IUP OP area is 3,5 hectares with the lowest elevation at 700 masl and the highest elevation at 755 masl. The results of geoelectrical resistivity exploration obtained four types of lithology, namely top soil, breccias, tuffs and andesite rocks. Of the four lithologies, geological modeling is carried out to determine the geological distribution, dimensions and conditions. The results of calculation of resources and reserves of andesite rocks based on geostastical methods with the help of Maptek Vulcan 9.1 software and referring to SNI 4726:2011, the measured resources obtained 249.916,59 BCM and calculated reserves 159.151,22 BCM. The pit design is based on the mining method and pit limit and geotechnical recommendations from the company. The mining system used is the Open Mine with the Quarry Method and uses two types of mining, namely Side Hill Type and Pit Type. The selection of mining methods is based on the condition of the minerals and topography available. Recommended slope geometries include a single slope height of 10 m, slope 70° and berm width 3 m. The final mine design in the Paniisan Block is at an elevation of above 740 meters above sea level and below elevation of 700 meters above sea level with a pit opening area $\pm 19.888,73 \text{ m}^2$. The equipment used is in the form of 1 unit of Excavator with a capacity of 0,8 LCM and 3 units of Dump Truck with a capacity of 7 LCM and a matching factor of 1,08 is obtained. Scheduling is carried out for 3 years of mining following the production target of 48.000 BCM/year.

Keywords: Resources and Reserves, Pit Design, Production Targets.

Abstrak. Potensi bahan galian batuan andesit khususnya di Wilayah Kabupaten Bandung dan Bandung Barat memiliki potensi sekitar 53.671.838 ton. Dengan

potensi tersebut dan meningkatnya permintaan terhadap bahan galian batuan andesit, maka perlu dilakukannya kegiatan penambangan. PT Gunung Kulalet merupakan salah satu perusahaan tambang yang melakukan kegiatan penambangan batuan andesit. Perusahaan tambang tersebut akan melakukan rencana penambangan pada lokasi tambang Blok Paniisan secara detail. Sebelum dilakukan pembuatan rencana penambangan terlebih dahulu dilakukan penghitungan sumber daya terukur dan setelah dibuat rencana penambangan akan didapatkan cadangan terkira. Kemudian ditentukan konsep penambangan, rencana produksi, rencana jumlah alat gali-muat dan jumlah alat angkut, serta desain dan pentahapan penambangan berdasarkan target produksi batuan andesit 4.000 BCM/bulan atau 48.000 BCM/tahun. Luas IUP OP perusahaan yaitu 3,5 Ha dengan elevasi terendah di 700 mdpl dan elevasi tertinggi di 755 mdpl. Hasil eksplorasi geolistrik resistivity diperoleh empat jenis litologi, yaitu top soil, breksi, tufa dan batuan andesit. Dari keempat litologi tersebut dilakukan pemodelan geologi untuk mengetahui penyebaran, dimensi dan kondisi geologi. Hasil perhitungan sumber daya dan cadangan batuan andesit berdasarkan metode geostatistika dengan bantuan perangkat lunak Maptek Vulcan 9.1 dan mengacu pada SNI 4726:2011, maka diperoleh sumber daya terukur 249.916,59 BCM dan cadangan terkira 159.151,22 BCM. Desain pit yang dibuat berdasarkan metode penambangan dan pit limit serta rekomendasi geoteknik dari perusahaan. Sistem penambangan yang digunakan adalah Tambang Terbuka dengan Metoda Kuari dan menggunakan dua tipe penambangan, yaitu Side Hill Type dan Pit Type. Pemilihan metoda penambangan tersebut didasari oleh kondisi bahan galian dan topografi yang ada. Rekomendasi geometri lereng meliputi tinggi lereng tunggal 10 m, kemiringan lereng 70° dan lebar berm 3 m. Desain akhir tambang pada Blok Paniisan berada pada elevasi atas 740 mdpl dan elevasi bawah 700 mdpl dengan luas bukaan pit ± 19.288,73 m². Peralatan yang digunakan berupa 1 unit Excavator dengan kapasitas 0,8 LCM dan 3 unit Dump Truck dengan kapasitas 7 LCM serta didapat faktor keserasian 1,08. Penjadwalan dilakukan selama 3 tahun penambangan mengikuti target produksi 48.000 BCM/tahun.

Kata Kunci: Sumber Daya dan Cadangan, Desain Pit, Target Produksi.

1. Pendahuluan

Potensi bahan tambang pada komoditas tambang batuan andesit di Jawa Barat khususnya daerah Kabupaten Bandung dan Bandung Barat, memiliki potensi sebesar 53.671.838 Ton. Dari potensi tersebut dan dilihat dengan berkembang pesatnya pembangunan saat ini, sehingga permintaan terhadap bahan galian industri salah satunya batuan andesit akan meningkat. Batuan andesit merupakan salah satu bahan galian yang digunakan pada sektor konstruksi, seperti infrastruktur untuk sarana jalan beton, bangunan, pondasi dan lain sebagainya.

Untuk mendapatkan batuan andesit tersebut, maka perlu dilakukan kegiatan usaha pertambangan. Salah satu kegiatan penting yang perlu dilakukan sebelum melakukan penambangan yaitu perencanaan tambang. PT Gunung Kulalet merupakan salah satu perusahaan tambang yang melakukan kegiatan penambangan batuan andesit. Dimana perusahaan tambang tersebut perlu melakukan rencana penambangan pada lokasi tambang blok paniisan di PT Gunung Kulalet dikarenakan belum adanya rencana penambangan secara rinci. Hal tersebut dilakukan untuk mencapai target produksi yang ditentukan oleh perusahaan dan dapat memenuhi permintaan pasar, sehingga perlu dilakukan perancangan desain tambang dan pentahapan tambang dalam jangka waktu 3 tahun penambangan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul Rencana

Penambangan Batuan Andesit pada Blok Paniisan Di PT Gunung Kulalet Desa Baleendah Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat.

Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui sisa sumber daya terukur dan cadangan terkira.
2. Mengetahui konsep penambangan berdasarkan metode penambangan, pit limit, rekomendasi geoteknik dan jalan tambang.
3. Mengetahui rencana produksi pada penambangan batuan andesit.
4. Mengetahui rencana jumlah alat gali-muat dan jumlah alat angkut berdasarkan rencana produksi.
5. Mengetahui desain dan pentahapan penambangan batuan andesit berdasarkan target produksi.

2. Landasan Teori

Bahan Galian Batuan Andesit

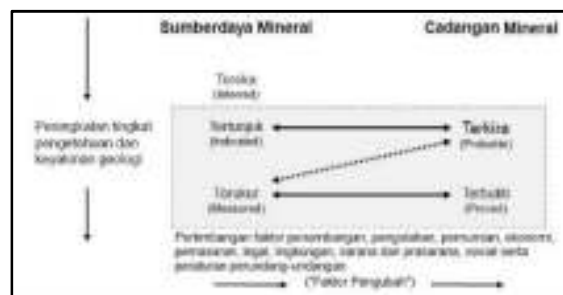
Andesit merupakan batuan beku yang terbentuk karena proses pendinginan magma yang berada dekat dengan permukaan bumi yang cukup cepat. Mineral utama penyusun batuan andesit terdiri dari mineral plagioklas, feldspar dan piroksen serta hornblende dalam jumlah yang sedikit. Kondisi batuan beku ini cukup keras, sehingga sering dimanfaatkan sebagai bahan untuk kebutuhan konstruksi (infrastruktur jalan dan bangunan). Pondasi rumah, batu hias dan lainnya.

Metode Geolistrik Resistivitas

Salah satu metode eksplorasi pada bahan galian batuan andesit adalah dengan metode geolistrik resistivitas yang merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan mengetahui sifat-sifat kelistrikan lapisan batuan dibawah permukaan tanah dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah.

Sumber Daya dan Cadangan Mineral

Klasifikasi sumber daya dan cadangan memiliki tingkat kepastian yang berbeda, dimana cadangan merupakan suatu keadaan dari bahan galian yang telah diketahui potensinya atau memiliki kepastian yang tinggi akan adanya bahan galian. Berikut ini pengklasifikasian sumberdaya dan cadangan berdasarkan SNI 4726:2011 tentang klasifikasi sumber daya dan cadangan mineral, antara lain sumberdaya mineral tereka, sumberdaya mineral terunjuk, sumberdaya mineral terukur, cadangan terkira, dan cadangan terbukti.



Gambar 1. Hubungan Umum antara Target Eksplorasi, Sumber Daya, dan Cadangan Mineral

Perencanaan dan Perancangan Tambang

Perencanaan tambang terdiri dari perencanaan jangka panjang untuk jangka waktu lebih dari 5 tahun, perencanaan jangka menengah untuk jangka waktu antara 1-5 tahun, perencanaan jangka pendek untuk jangka waktu kurang dari setahun. Agar perencanaan tambang tambang dapat dilakukan dengan lebih mudah, masalah ini biasanya dibagi menjadi tugas-tugas diantaranya batas akhir penambangan (*Pit Limit*), perancangan *sequence*, penjadwalan produksi, pemilihan alat, dan perhitungan biaya-biaya operasi dan *capital*. Perancangan tambang mengacu pada beberapa parameter desain diantaranya *pit limit*, geoteknik, tinggi jenjang, kemiringan jenjang, lebar *berm*, tinggi lereng keseluruhan (*overall bench height*), kemiringan lereng keseluruhan (*overall slope*), *RAMP* (*road access mining pit*).

Target produksi merupakan banyaknya tonase bahan galian yang perlu diproduksi oleh suatu perusahaan tambang. Target produksi tambang perlu dicapai setiap tahunnya untuk menjaga keberlangsungan kegiatan penambangan yang dilakukan, karena berkaitan dengan ekonomi tambang. Jika target produksi tidak tercapai, maka itu akan berdampak negatif terhadap perusahaan. Geometri jalan tambang dibuat untuk akses jalan masuk ke dalam tambang untuk operasional maupun untuk jalan menuju *stockpile* atau disposal. Pada umumnya penambangan batuan andesit dilakukan dengan metode tambang terbuka dan masuk kedalam sistem tambang *quarry*. berdasarkan letak endapan yang digali atau secara garis besar *quarry* dapat dibagi menjadi dua metode penambangan, yaitu *side hill type* dan *pit type*.

Pemodelan Bahan Galian dan Metode Perhitungan Cadangan

Dalam suatu kegiatan perencanaan tambang diperlukan data geologi yang berkenaan dengan bahan galian. Untuk mendapatkan data geologi, maka perlu dilakukan pemboran maupun analisis geolistrik. Dari data geologi yang didapat dari pemboran maupun geolistrik maka dapat dilakukan pemodelan geologi. Data hasil pemboran maupun geolistrik yang dilakukan dapat diolah dengan cara membuat penampang dari beberapa titik pengamatan. Untuk selanjutnya perlu dilakukan rekonstruksi pemodelan untuk dapat mengetahui gambaran dari keadaan bahan galian dibawah permukaan sehingga dapat diketahui arah, ketebalan dan kemenerusan dari suatu bahan galian. Beberapa metode perhitungan cadangan suatu bahan galian yang dapat dilakukan untuk mengetahui cadangan bahan galian yang ada, diantaranya metode penampang, metode poligon, metode isoline dan metode blok.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kondisi Topografi, Geologi, dan Kegiatan Eksplorasi Geolistrik *Resistivity*

Kondisi topografi di lokasi penelitian berada pada elevasi tertinggi 755 mdpl dan elevasi terendah 706 mdpl. Berdasarkan peta geologi lembar Garut dan Pemeungpeuk (Kurtandi, dkk. 1992), lokasi penelitian termasuk kedalam formasi Besar (Tmb) yaitu breksi tufaan dan lava, bersusunan andesit sampai basalt.

Berdasarkan kegiatan eksplorasi *sounding* geolistrik *resistivity* dengan jumlah titik *sounding* geolistrik sebanyak 6 titik, terdapat tiga jenis batuan yang ada pada lokasi penelitian yaitu tufa, breksi, dan batuan andesit. Dari hasil analisis data *sounding* geolistrik tersebut batuan andesit terdapat dibawah tufa dan breksi.

Estimasi Sumberdaya dan Cadangan, dan Target Produksi

Berdasarkan pemetaan dari penentuan luasan daerah informasi kondisi bahan galian. Maka dapat dilakukan perhitungan estimasi sumber daya terukur. Estimasi potensi sumber daya berdasarkan hasil kegiatan eksplorasi yang dilakukan pada tahun 2018, dimana telah berjalan 1 tahun kegiatan penambangan. Sedangkan pada penelitian ini perencanaan kegiatan penambangan dilakukan pada tahun 2019 sampai tahun 2021. Sehingga didapat sisa sumberdaya, seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Estimasi Sisa Sumber Daya Terukur

No.	Titik	Luas (m ²)	Ketebalan Bahan Galian (m)				Volume (BCM)			
			Soil	Tufa	Breksi	Andesit	Soil	Tufa	Breksi	Andesit
1	GL 1	3.095,40	1	23	6	20	3.095,40	71.194,30	18.572,43	61.908,09
2	GL 2	1.214,78	0	2	0	16,655	0	2.429,56	0,00	20.232,18
3	GL 3	4.301,32	0,3	0	10	19,7	1.290,40	0	43.013,17	84.735,95
4	GL 4	2.658,09	0	0	8,279	0	0	0	22.006,34	0
5	GL 5	6.167,59	0	6	0	13,464	0	37.005,51	0	83.040,37
6	GL 6	5.559,61	0,5	19,5	0	0	2.779,81	108.412,47	0	0
Total							7.165,61	219.041,84	83.591,93	249.916,59

Sumber: Hasil Perhitungan Estimasi Sumber Daya, 2019

Penentuan estimasi cadangan bahan galian didasarkan pada hasil estimasi sumber daya terukur yang secara pertimbangan beberapa faktor memenuhi syarat layak tambang. Maka diperoleh estimasi cadangan terkira bahan galian pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Estimasi Sisa Sumber Daya Terukur

No.	Bahan Galian	Sumber Daya Terukur (BCM)	Cadangan Terkira (BCM)
1	Andesit	249.916,59	159.151,22

Sumber: Hasil Perhitungan Estimasi Sumber Daya, 2019

Target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan untuk pembongkaran batuan andesit adalah sebesar 4000 BCM/bulan batuan andesit sehingga dalam waktu 1 tahun, target produksi perusahaan yaitu 48.000 BCM/tahun batuan andesit.

Konsep Penambangan

1. Geometri lereng tambang

Berdasarkan hasil kajian geoteknik, diperoleh rekomendasi geometri lereng terhadap bahan galian yang akan ditambang. Dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rekomendasi Geometri Lereng Tambang PT Gunung Kulalet

No.	Jenjang	Geometri	
1	Tunggal	Tinggi (m)	10
		Kemiringan (°)	70
2	Keseluruhan	Tinggi (m)	49
		Kemiringan (°)	36
3	Berm	Lebar (m)	3

Sumber: Hasil Perhitungan Estimasi Sumber Daya, 2019

2. Batas penambangan

Berdasarkan hasil pengamatan dan penentuan pit limit, untuk kondisi pit limit atas penambangan di PT Gunung Kulalet Blok Paniisan dipengaruhi oleh batas IUP dan batas penambangan. Sedangkan untuk kedalaman penambangan dibatasi pada elevasi 700mdpl dan jumlah bahan galian yang akan ditambang selama 3 tahun penambangan.

3. Geometri jalan tambang

Geometri jalan tambang dihitung berdasarkan dimensi alat angkut yang digunakan. Alat angkut yang digunakan adalah DT Hino tipe Super Ranger FF dengan dimensi lebar alat 2,49 meter. Kondisi lebar jejak roda 1,835 meter, lebar jantai depan 0,245 meter, lebar jantai belakang 0,508 meter dan jarak antar kendaraan 2 meter. Maka dari lebar alat tersebut dapat dihitung geometri jalan tambang pada jalan lurus dan jalan belok, sebagai berikut:

Jalan Lurus

$$L_{min} = n \cdot W_t + (n+1) \cdot (1/2 \cdot W_t)$$

$$L_{min} = (2 \times 2,49 \text{ m}) + \{(2+1) \times (1/2 \times 2,49 \text{ m})\}$$

$$L_{min} = 8,715 \text{ meter} \neq 9 \text{ meter}$$

Jalan Belok

$$Z = (U + F_a + F_b) / 2$$

$$Z = (1,835 + 0,254 + 0,508) / 2$$

$$Z = 2,597 / 2$$

$$Z = 1,2985 \text{ m}$$

$$W_{min} = 2 \times (U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$W_{min} = 2 \times (1,835 + 0,254 + 0,508 + 1,2985) + 2$$

$$W_{min} = \{2 \times (3,8955)\} + 2$$

$$W_{min} = 7,791 + 2$$

$$W_{min} = 9 \text{ meter} \neq 10 \text{ meter}$$

Adanya penggunaan parit dan tanggul jalan masing-masing selebar 0,5 meter. Maka, lebar jalan angkut pada jalan lurus 9 meter dan lebar jalan belok yang digunakan untuk jalan tambang, yaitu 10 meter.

4. Perencanaan alat utama penambangan

Rencana alat utama penambangan yang digunakan, diantaranya alat pemboran dan peledakan yang terdiri dari Furukawa Hand Drill 22D-V dan kompresor Airman tipe PDS 185S dengan produktivitas alat:

$$\begin{aligned} P (\text{Produktivitas}) &= E(\%) \times DR \times V_{eq} \times 60 \text{ menit/jam} \\ &= 72,71 \% \times 0,11 \text{ m/menit} \times 2,55 \text{ BCM/m} \times 60 \text{ menit/jam} \\ &= 12,24 \text{ BCM/menit/Alat} \end{aligned}$$

Alat muat yang digunakan berupa 1 unit/fleet Excavator Hitachi ZAXIS 200 kapasitas bucket 0,8 LCM dengan produktivitas alat:

$$\begin{aligned} P (\text{Produktivitas}) &= \frac{60 \times H_m \times FF_m \times SF \times Eff}{CT} \\ &= \frac{60 \times 0,8 \times 0,58 \times 0,59 \times 0,8}{0,4} \\ &= 30,79 \text{ BCM/Jam/Alat} \end{aligned}$$

Alat angkut yang digunakan berupa 3 unit/fleet Dump Truck Hino Super Ranger FF kapasitas bak 7 LCM dengan produktivitas alat:

$$\begin{aligned} P (\text{Produktivitas}) &= \frac{60 \times H_a \times FF_a \times SF \times Eff}{CT} \\ &= \frac{60 \times 0,8 \times 0,58 \times 0,59 \times 0,59}{7,72} \\ &= 10,06 \text{ BCM/Jam/Alat} \end{aligned}$$

5. Rencana pentahapan dan kemajuan tambang

Pentahapan tambang disesuaikan dengan kondisi masa berlaku IUP perusahaan, dimana akhir masa berlakunya izin usaha pertambangan pada tahun 2021. Sehingga dibuat dalam 3 tahun penambangan. Dengan jumlah material yang ditambang pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rencana Pentahapan Tambang PT Gunung Kulalet

No	Tahun	Request Level (mdpl)	Volume Bahan Galian (BCM)				Total Volume (BCM)
			Soil	Tufa	Breksi	Andesit	
1	2019	720	1.730,29	12,84	10099,44	55896,8	67.739,37
2	2020	710	942,19	17077,35	13135,21	59074,49	90.229,24
3	2021	700	0	20816,93	2957	44179,93	67.953,86

Sumber: Hasil Perhitungan Rencana Pentahapan Tambang, 2019

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Penentuan sisa sumber daya terukur batuan andesit dilakukan berdasarkan radius jarak titik *sounding* geolistrik *resistivity* dengan mengacu pada SNI 4726 : 2011. Berdasarkan hasil perhitungan, sisa sumber daya terukur andesit 249.916,59 BCM dan cadangan terkira andesit 159.151,22 BCM.
2. Desain *pit* yang dibuat ditentukan berdasarkan metode penambangan, dan *pit limit* serta rekomendasi geoteknik dari perusahaan. Sistem penambangan tambang terbuka dengan metode *Quarry*, dan menggunakan dua tipe penambangan, yaitu *side hill type* dan *pit type*. Pemilihan metode penambangan tersebut didasari oleh kondisi bahan galian dan topografi yang ada. Selain itu, *pit limit* mempengaruhi pembuatan desain *pit*, karena pembuatan desain *pit* dibatasi oleh faktor-faktor yang mempengaruhinya, diantaranya kedalaman penambangan, target produksi, kegiatan penambangan dan getaran hasil peledakan serta *flying rock*. Untuk rekomendasi geometri lereng berdasarkan hasil pengujian geoteknik yang telah dilakukan, diperoleh hasil rekomendasi lereng tunggal dengan tinggi jenjang 10 meter, kemiringan lereng 70° dan lebar *berm* 3 meter. Desain akhir *pit* berada pada elevasi atas 740 mdpl sampai elevasi bawah 700 mdpl dengan luasan *pit* 19.288,733 m².
3. Rencana produksi pada penambangan batuan andesit pada tahun 2019 berjumlah 55.896,8 BCM, tahun 2020 berjumlah 59.074,49 BCM, dan tahun 2021 berjumlah

44.179,93 BCM.

4. Berdasarkan rencana produksi jumlah alat gali-muat dan jumlah alat angkut yang digunakan berupa 1 unit *Excavator* dengan kapasitas 0,8 LCM dan 3 unit *Dump Truck* dengan kapasitas 7 LCM sehingga didapat faktor keserasian 1.08.
5. Pentahapan tambang dilakukan dalam jangka waktu 3 tahun penambangan dengan mengikuti target produksi andesit sebanyak ± 48.000 BCM/tahun. Pembongkaran material bahan galian dilakukan pada elevasi 750 mdpl hingga elevasi 700 mdpl. Arah penambangan dilakukan dari arah Barat ke Timur dengan jenjang yang maju ke arah Selatan. Hasil pembongkaran material selain andesit ditangani oleh kontraktor lain, sedangkan hasil pembongkaran andesit diangkut menuju tempat pengolahan.

5. Saran

Saran Teoritis

Pada kegiatan penambangan dengan menggunakan peledakan, disarankan untuk pemilihan delay peledakan dirancang dan menggunakan kombinasi delay yang tepat. Dengan maksud untuk mengurangi efek getaran hasil peledakan, karena lokasi penambangan berada tidak jauh dari permukiman warga.

Saran Praktis

Pada perencanaan penambangan kedepannya perlu adanya perencanaan jangka pendek hal tersebut bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dari seluruh kegiatan penambangan yang dilakukan sehingga dapat mencapai target produksi yang diharapkan.

Daftar Pustaka

- [1] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1973, "Manual Rural Highway Design", Amerika Serikat: AASHTO.
- [2] Anonim, 2011, "Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumber Daya, dan Cadangan Mineral", SNI 4726:2011 Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- [3] Bruce A, Kennedy, 1990, "Surface Mining", Second Edition Society of Mining Metallurgy and Exploration, US.
- [4] Bronto, Sutikno, dan Hartono, Udi, 2006, "Potensi Sumber Daya Geologi di Daerah Cekungan Bandung dan Sekitarnya", Jurnal Geologi Indonesia, Pusat Survei Geologi, Bandung.
- [5] B. Cummins, Arthur, 1973, "SME Mining Engineering Handbook", Vol 1 & 2, Society of Mining Engineers, New York.
- [6] Hustrulid, W.A, 2013. "Open Pit Mine Planning and Design", CRC Press.
- [7] Nurhayat, Achmad, 2018, "Desain Pit dan Pentahapan Tambang Batu Andesit Blok Pit 1 di PT Batu Sarana Persada (BSP), Desa Rengasjajar, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat", Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [8] Notosiswoyo, Sudarto Prof, Dr.Ir, M. Eng. Dkk., 2005, "Metode Perhitungan Cadangan", Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [9] Pradjosumarto, Partanto, 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [10] Zainassholihin, Aldi Ahmad, 2015, "Penjadwalan Tambang (Mine Scheduling) Untuk Mencapai Target Produksi Batubara 25.00 MT/Bulan di PT Milagro Indonesia Mining, Kalimantan Timur", Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, Bandung.