

Rancangan Crushing Plant Tambang Sirtu di CV Barokah Laksana Jaya, Desa Margaluyu, Kecamatan Leles, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat

Gilar Antarfallah*, Sri Widayati, Sriyanti

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

*gilarantarfallah@gmail.com, sriwidayati@unisba.ac.id, sriyanti@unisba.ac.id

Abstract. In an effort to meet market needs and increase the value and marketability of minerals (Sirtu), CV. Barokah Laksana Jaya will plan sirtu processing activities to improve the quality of sirtu production to meet the needs of raw materials for infrastructure development. In increasing the selling power of sirtu from mining, CV. Barokah Laksana Jaya designed a crushing plant with a production target of 100 tons/hour. The processing design that is made is the preparation stage, namely reducing the size of the mined minerals and then grouping them into certain fractional sizes that have been planned by the company according to market needs. There are several tools used in the crushing plant including feeding using a grizzly feeder, primary crushing using a jaw crusher, secondary using a cone crusher, sizing using a vibrating screen, then there are supporting tools used to facilitate the transportation and feeding process, namely belt conveyors and hoppers. Processing is carried out with the number of incoming feeds of 100 tons/hour. The tools used in this design are one hopper unit with a capacity adapted to feed of 71.5 m³, one grizzly feeder ZSW – 380 x 95II, one jaw crusher with PE type – 60 x 900 VI, one cone crusher with type PYB-1200, one unit vibrating screen with type 2YK – 1548 and 5 units belt conveyor. The final product produced according to the company's request is divided into 3 products, namely fraction 1 (-20 mm – 10 mm), fraction 2 (-10 mm + 5 mm), Fraction 3 / milled sand (-5 mm) with the amount of production reached according to the plan that is equal to 100 tons / hour.

Keywords: *Crushing Plant, Vibrating Screen, Layout Design Crushing Plant.*

Abstrak. Dalam upaya memenuhi kebutuhan pasar dan meningkatkan nilai dan daya jual bahan galian (Sirtu), CV. Barokah Laksana Jaya akan melakukan perencanaan kegiatan pengolahan sirtu untuk meningkatkan kualitas produksi sirtu untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pembangunan infrastruktur. Dalam meningkatkan daya jual sirtu dari hasil penambangan, CV. Barokah Laksana Jaya melakukan perancangan crushing plant dengan target produksi 100 ton/jam. Rancangan pengolahan yang dibuat merupakan tahap preparasi yaitu pengecilan ukuran terhadap bahan galian yang ditambang dan kemudian dikelompokkan menjadi ukuran – ukuran fraksi tertentu yang sudah direncanakan oleh perusahaan sesuai dengan kebutuhan pasar. Terdapat beberapa alat yang digunakan dalam tahap crushing plant diantaranya meliputi pengumpanan menggunakan grizzly feeder, primary crushing menggunakan jaw crusher, secondary crushing menggunakan cone crusher, sizing menggunakan vibrating screen, kemudian terdapat alat penunjang yang digunakan untuk mempermudah proses pengangkutan dan pengumpanan yaitu belt conveyor dan hopper. Pengolahan dilakukan dengan jumlah feed yang masuk sebesar 100 ton/jam. Alat yang digunakan dalam rancangan ini yaitu satu unit hopper dengan kapasitas disesuaikan dengan feed yang ada sebesar 71,5 m³, satu unit grizzly feeder ZSW – 380 x 95II, satu unit jaw crusher dengan tipe PE – 60 x 900 VI, satu unit cone crusher dengan tipe PYB-1200, satu unit vibrating screen dengan tipe 2YK – 1548 dan 5 unit belt conveyor. Produk akhir yang dihasilkan sesuai dengan permintaan perusahaan yaitu dibagi menjadi 3 produk yaitu fraksi 1 (-20 mm – 10 mm), fraksi 2 (-10 mm+5 mm), Fraksi 3 / pasir giling (-5 mm) dengan jumlah produksi tercapai sesuai rencana yaitu sebesar 100 ton/jam.

Kata Kunci: *Crushing Plant, Vibrating Screen, Layout Rancangan Crushing Plant.*

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki pertumbuhan ekonomi berangsur meningkat dari tahun ke tahunnya. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2021 tumbuh sebesar 3,69 persen, lebih tinggi dibanding capaian tahun 2020 yang mengalami kontraksi pertumbuhan sebesar 2,07 persen. Seiring pertumbuhan ekonomi, perkembangan dalam bidang infrastruktur pun meningkat, dilihat dari statusnya yaitu negara yang berkembang. Karena adanya peningkatan pada bidang infrastruktur tersebut maka akan seiring meningkat juga kebutuhan bahan baku pembangunan, salah satunya adalah sirtu yang akan dimanfaatkan agregatnya sebagai bahan baku dalam pembuatan beton, dan juga abu dari batuan sirtu ini dapat dimanfaatkan sebagai lapisan dalam pembuatan aspal.

CV. Barokah Laksana Jaya merupakan perusahaan selaku pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) yang bergerak di sektor industri pertambangan bahan galian sirtu. Pada tahun 2022 ini perusahaan akan melakukan perencanaan kegiatan pengolahan sirtu untuk meningkatkan kualitas produksi sirtu untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pembangunan infrastruktur. Beberapa produk yang diinginkan oleh perusahaan yaitu ukuran (- 20 +10 mm), (-10 + 5 mm), dan pasir giling (-5 mm).

Dalam perancangan ini harus memperhatikan pemilihan alat yang akan digunakan agar target produksi pada kegiatan pengolahan tersebut memenuhi target yang sudah direncanakan sebelumnya, sehingga diharapkan melalui penelitian ini dapat bermanfaat dalam melakukan pemilihan alat yang sesuai dengan target produksi.

B. Metodologi Penelitian

Dalam pengambilan data dilakukan dengan data primer dan juga data sekunder. Adapun secara rinci data primer dan data sekunder, meliputi:

1. Data primer, pengambilan data primer dengan cara melakukan wawancara orang yang terkait dengan perusahaan dengan pembahasan sebagai berikut;
2. Target produksi ;
3. Fragmentasi produk yang diinginkan perusahaan CV Barokah Laksana Jaya;
4. Luasan wilayah izin usaha pertambangan;
5. Ukuran terbesar dari material dilapangan;
6. Waktu kerja yang ditetapkan oleh perusahaan.
7. Data Sekunder, pengambilan data sekunder dengan cara mengkaji data/laporan terdahulu mengenai crushing plant , membaca referensi tentang crushing plant, seperti spesifikasi mesin crusher, produktivitas mesin, serta pembuatan pabrik peremuk batu.

Pengolahan data pada penelitian ini Berdasarkan data-data yang telah didapat dari data sekunder dan data primer kemudian akan diolah dengan perhitungan secara teoritis seperti menghitung persentase lolos dan tertahan material pada screen, reduction ratio, indeks tingkat produksi dari crushing plant. Analisis data dilakukan perhitungan lebih terperinci pada studi yang dilakukan dengan beberapa parameter yang dapat mempengaruhi optimalisasi produksi dari kegiatan crushing plant.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada perusahaan kegiatan penelitian, ukuran feed yang terdapat pada ROM berkisar < 50 cm dengan material yang akan direduksi adalah material yang berukuran > 5 cm, untuk laju pengumpanan pada crusing plant ditargetkan sebesar 100 ton / jam, dari hasil tersebut terdapat beberapa fraksi yaitu fraksi -20 mm+10 mm, fraksi -10 mm + 5 mm, fraksi -5 (pasir giling).

Dalam upaya meningkatkan nilai dari suatu material yang telah ditambang, perlu dilakukannya kegiatan pengolahan. Pada kegiatan pengolahan, perlu diketahui bahwa untuk memenuhi kebutuhan pasar harus memperhatikan target produksi yang optimal. Kemudian pada pengolahan sirtu hanya dilakukan pengecilan ukuran untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan permintaan pasar.

Ketika kegiatan pengolahan berlangsung terdapat beberapa hambatan yang harus sebisa mungkin diminimalisir agar target produksi yang sudah direncanakan tercapai dengan

baik. Pada kegiatan crushing plant terdapat 5 tahapan kegiatan pada rancangan crushing plant yang dilakukan yaitu pengumpanan, primary crushing, secondary crushing, tertiary crushing dan kemudian sizing.

Pemilihan Alat

Pada kegiatan proses pengumpanan bertujuan untuk mendistribusikan feed yang sebelumnya telah diangkut dari ROM akan masuk ke hopper kemudian akan diumpukan kembali secara teratur kedalam alat peremuk primer. Kapasitas dump truck yang digunakan dalam proses pengangkutan material sirtu dari ROM ke hopper yaitu sebesar 8,6 m³, sehingga agar dapat memenuhi target feed sebesar 68,97 m³ dibutuhkan 8 kali dumping dalam satu jam.

Hopper

Hopper merupakan sebuah alat yang digunakan sebagai tempat menampung umpan sebelum masuk ke tahap peremukan (primary crushing) dan tahap selanjutnya. Pada rencana perancangan alat crushing plant model hooper dibuat dengan bentuk obelisk dengan kapasitas tampung menyesuaikan dengan feed produksi sebesar 100 ton/jam atau 68,97 m³ maka kapasitas tampung yang dimiliki hopper sebesar 71,5 m³. Penggunaan kapasitas hopper hanya dipakai 97,5% dari kapasitas hopper maka kapasitas hooper yang dapat terpakai sebesar 69 m³. Selanjutnya yang dilakukan adalah pemilihan alat produksi yaitu unit grizzly feeder.

Grizzly Feeder

Grizzly feeder merupakan suatu alat yang digunakan pada bagian bawah hopper, alat ini memiliki fungsi sebagai penggerak material yang masuk ke dalam hopper dan menggerakkan material sehingga masuk ke alat jaw crusher selain mengumpan material alat ini juga memisahkan material yang ingin direduksi dan material yang tidak ingin direduksi dengan ayakan yang ada pada ujung alat, material yang akan direduksi adalah material berukuran > 50 mm kemudian material yang lolos pada ayakan grizzly feeder akan disalurkan pada stockpile basecourse . Alat ini menggunakan prinsip getaran untuk pengumpanan. Pada perusahaan direncanakan penggunaan alat yang digunakan adalah alat grizzly feeder dengan tipe ZSW – 380 x 95II dengan spesifikasi maksimal ukuran umpan 500 mm, kapasitas pengumpanan 96-160 ton/jam.

Primary Crusher

Primary crushing merupakan tahapan awal dalam proses pengolahan sirtu, tahap peremukan material dengan ukuran – 500 mm + 50 mm. Alat yang dipakai berupa alat peremuk jaw crusher dengan tipe PE – 710 dengan kapasitas maksimal umpan 500 mm dengan range CSS 80 -140 mm dan kapasitas produksi sebesar 51 – 208 ton / jam. Jenis jaw crusher yang digunakan merupakan jenis single toggle. Untuk ukuran produkta jaw crusher ini ditentukan dari penentuan CSS (Close Side Setting) dari jaw tersebut. CSS jaw crusher ini ditentukan dengan ukuran 130 mm dengan ukuran yang disesuaikan dari ukuran feed maksimum secondary crushing.

Secondary Crusher

Tahap peremukan secondary crushing ini merupakan tahap peremukan selanjutnya setelah tahap primary crushing dilakukan. Tahap secondary crushing dilakukan dengan alat cone crusher yang bertujuan untuk memperkecil ukuran material hasil peremukan jaw crusher. Tipe cone crusher yang digunakan pada rancangan ini yaitu PYFB – 1321II dengan kapasitas produksi sebesar 132 - 235 ton/jam kemudian maksimal feed 178 mm dengan ukuran CSS sebesar 16 – 38 mm. Kemudian produkta ditentukan oleh ukuran CSS yaitu sebesar 35 mm, setelah itu produkta akan diangkut oleh belt conveyer menuju proses sizing.

Sizing

Proses sizing merupakan proses yang bertujuan untuk mengelompokkan material hasil dari proses peremukan batuan sesuai dengan ukuran butir yang ditentukan berdasarkan permintaan

konsumen. Pada proses sizing ini dilakukan dengan menggunakan alat vibrating screen yang merupakan alat dengan prinsip kerja permukaan saringan yang dibuat bergetar dengan amplitude kecil dan frekuensi tinggi, kemudian material akan tumpah kedalam deck dengan ukuran-ukuran tertentu. Vibrating screen yang akan digunakan yaitu tipe 3YK – 1548 dengan kapasitas 47 – 275 ton/jam memiliki 3 unit deck yaitu sebagai berikut:

1. Deck 1 = 20 mm
2. Deck 2 = 10 mm
3. Deck 3 = 5 mm

Deck tersebut akan menghasilkan produk akhir dengan ukuran produk sebagai berikut

:

1. Fraksi 1 = - 20 mm + 10 mm
2. Fraksi 2 = - 10 mm + 5 mm
3. Pasir Giling = - 5 mm

Tertiary Crusher

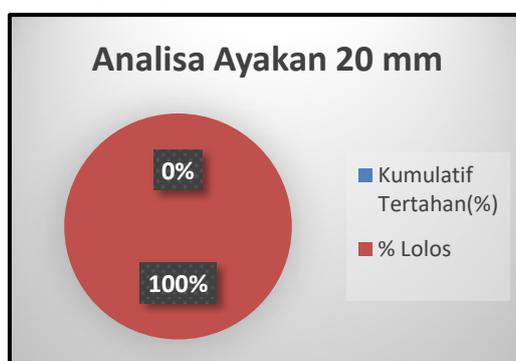
Proses tertiary crushing merupakan proses tahap lanjut dari secondary crushing. Proses ini di butuhkan untuk mereduksi kembali ukuran butir yang tidak lolos pada tahap pengayakan dan tidak termasuk kriteria produk yang diinginkan. Pada umumnya alat yang sering digunakan adalah cone crusher. Pada tahap ini tipe cone crusher yang digunakan adalah PYFB – 0910 dengan kapasitas produksi sebesar 45 – 91 tph dengan range CSS sebesar 9 - 22 mm kemudian maksimal feeding 85 mm. Pada tahap ini material akan direduksi kembali dengan ukuran CSS sebesar 10 mm, setelah itu produkta hasil produksi akan diangkut oleh conveyor 05 menuju conveyor 03 dan diteruskan ke tahap sizing untuk diayak kembali.

Belt Conveyor

Belt conveyor merupakan alat yang berfungsi sebagai sarana transportasi material feed ataupun produkta pada tahapan pengolahan sirtu. Pada perancangan pengolahan sirtu ini dibutuhkan 8 unit belt conveyor dengan kegunaan yang berbeda. Penentuan belt conveyor berdasarkan pertimbangan dimensi, kecepatan dan kapasitas dari alat dan material yang digunakan.

Analisis Saringan Agregat

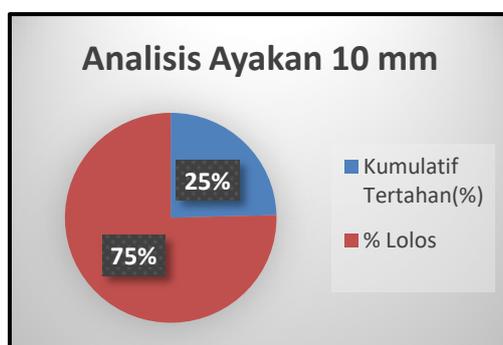
Analisa saringan agregat adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan tujuan menentukan persentase berat butiran yang lolos dan berat butiran tertahan pada suatu saringan dalam pengujian ayakan. Hasil pengolahan crusher tentunya memiliki varian ukuran yang berbeda, oleh karena itu dibutuhkan pengayakan agar produk dapat dikelompokan dalam beberapa ukuran sesuai dengan permintaan pasar. Pada rancangan crushing plant ini membutuhkan ukuran ayakan dan persentase produk yang keluar dari ayakan yang akan digunakan, sehingga dalam menentukan ukuran dan persentasi produk yang diinginkan membutuhkan acuan pada alat screen yang telah digunakan pada perusahaan lain.



Sumber : Penelitian Skripsi 2022

Gambar 1. Grafik Analisa Ayakan 20 mm

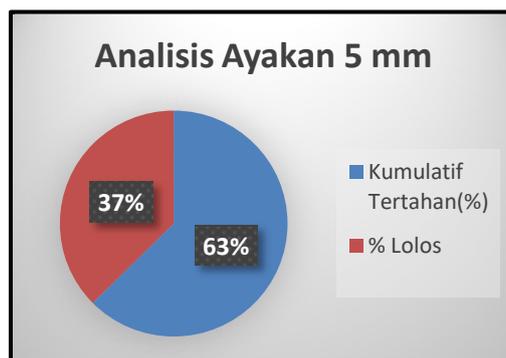
Untuk ayakan dengan ukuran 20 mm tidak diketahui pada perusahaan yang diambil acuan, karena pengawas tidak mengizinkan untuk mengukur persentase yang tertahan pada deck 1 dengan alasan akan mengganggu produksi.



Sumber : Penelitian Skripsi 2022

Gambar 2. Grafik Analisa Ayakan 10 mm

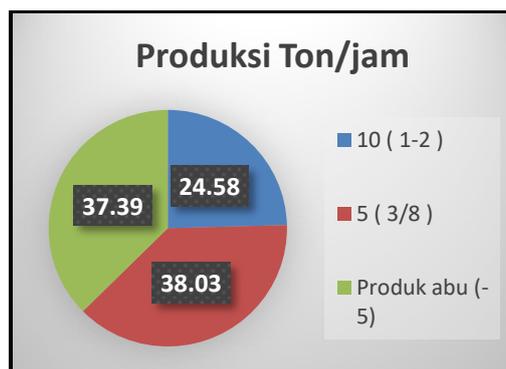
Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa persentase kumulatif yang tertahan pada deck 2 sebesar 25% akan menjadi fraksi 1 dengan ukuran (- 20 + 10 mm) sebanyak 24,58 ton/jam, produk akan diangkut oleh belt conveyor menuju stockpile produk 1 kemudian persentase yang lolos sebanyak 75% akan diayak kembali pada deck berikutnya.



Sumber : Penelitian Skripsi 2022

Gambar 3. Grafik Analisa Ayakan 5 mm

Pada grafik analisa ayakan 5 mm ini dapat dilihat bahwa persentase kumulatif yang tertahan pada deck 3 sebesar 63% akan menjadi produk 2 dengan ukuran (-10 + 5 mm) sebanyak 38,3 ton/jam, produk akan diangkut oleh belt conveyor menuju stockpile produk 2 kemudian persentase lolos telah diketahui sebelumnya yaitu fraksi abu batu dengan ukuran – 5 sebesar 37,9 ton/jam. Dapat dilihat total produksi yang dihasilkan pabrik peremuk setelah mengalami proses reduksi pada tertiary crushing dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Sumber : Penelitian Skripsi 2022

Gambar 4. Grafik Hasil Produksi ton/jam

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu tentang studi perancangan stone crushing plant dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pertimbangan panjang dan lebar alat kemudian tempat penyimpanan material, tempat manuver alat, maka luas lahan yang disediakan yaitu sebesar 250 m x 200 m, kemudian terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan juga dalam penempatan lokasi pabrik yaitu memperhatikan jarak pabrik dan arah angin agar debu dari pabrik peremuk tidak terbawa angin ke area penduduk.
2. Terdapat 2 unit alat pengumpan pada rancangan ini yaitu hooper dengan kapasitas 71,5 m³, grizzly feeder dengan tipe ZSW – 380 x 95II, kemudian alat crushing yang digunakan 3 unit yaitu jaw crusher dengan tipe PE 710, cone crusher I dengan tipe PYFB – 1321 II, cone crusher II dengan tipe PYFB – 0910, 1 unit alat sizing yaitu vibrating screen dengan tipe 3YK – 1548, 7 unit conveyor belt dengan fungsi dan spesifikasi yang berbeda.
3. Pada produksi akhir crushing plant dibagi menjadi 3 jenis produk yaitu fraksi 1 dengan ukuran (-20 + 10 mm) sebesar 24,58 ton/jam, fraksi 2 dengan ukuran (-10 + 5 mm) sebesar 38,03 ton/jam, dan kemudian fraksi 3 dengan ukuran (-5 mm) atau pasir giling sebesar 37,39 ton/jam, dengan total keseluruhan dari produksi sebesar 100 ton/jam.
4. Layout atau tata letak dari crushing plant ini dikategorikan berdasarkan jenis tata letak menurut Wignjosoebroto 2009, dengan memilih tipe tata letak pabrik product layout, hal ini dilakukan karena produksi memiliki volume yang cukup tinggi dengan variasi produk yang tidak banyak .

Acknowledge

Pada kesempatan kali ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua Orang Tua yang telah yang selalu mendukung dalam hal materi, doa, memberikan masukan, dukungan serta semangat dan motivasi yang bermanfaat, Ibu Dr. Ir. Sri Widayati, S.T., M.T selaku pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan terbaik untuk kelancaran skripsi penulis. Terimakasih atas waktu serta masukan yang sangat bermanfaat, Ibu Sriyanti, S.T., M.T selaku co-pembimbing yang senantiasa sabar membimbing dan memberikan masukan yang terbaik dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih banyak untuk selalu sabar dan meluangkan waktu untuk membimbing skripsi ini, Bapak Dono Guntoro, S.T., M.T. selaku Dosen Wali, Bapak Zaenal, Ir., M.T. selaku Koordinator Skripsi dan Dosen Penguji Sidang, Bapak Asep Suryana selaku Direktur CV Barokah Laksana Jaya dan semua pihak terkait lainnya yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Anthara, A. “ Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi dengan Metode CRAFT

- untuk Meminimalisasi Ongkos Material Handling”. Majalah Ilmiah UNIKOM, Bandung, 2011
- [2] Andi. M.D, Ningsih YB, 2019, Jurnal Pertambangan, “Rancangan Pengolahan Batu Andesit Untuk Memenuhi Standar Indonesia”.
- [3] Arifin Nur, Setyowati Indah, Agung Cahyadi, Sudaryanto, Indun, Jurnal Intan 2019, “Rancangan Pabrik Peremu Batu di PT.X Daerah Istimewa Yogyakarta “ Universitas Pembangunan Nasional.Dokumen ISO SNI 14001. tahun 2015, “Sistem Manajemen Lingkungan Persyaratan dengan Panduan Penggunaan”. Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- [4] Apriani Kholiifatul, Gabriela Yemima, 2020, “ Perancangan Perkerasan Jalan”, Laporan Praktikum ITERA.
- [5] Anonim, 2003, Conveyor Belt Design Manual, Bridgestone Corporation. Tokyo, Japan.
- [6] Anonim, 2011, Mineral Processing Handbook, TelSmith, USA.
- [7] Anonim, 2019, (c), Shanbao Product Brochure, Shanghai, China
- [8] Anonim, 2018 Kecamatan Leles Dalam Angka. Kabupaten Garut: BPS
- [9] Apple, J.M. “ Tata letak Pabrik dan Pindahkan Bahan “Edisi Ketiga. ITB Bandung, Bandung.1990
- [10] Dita Angga, 2019, “ Gradasi Agregat Halus “ Laporan Praktikum Institut Teknologi Bandung
- [11] Shyllendra Gusti, 2020, Jurnal penelitian Tugas akhir ‘ Usulan Perbaikan Layout Pertambangan Menggunakan Metode Konvensional dan Algoritma Craft, UNPAS, Bandung
- [12] Hilapok Agus, P. Hendri, 2021, Jurnal Penelitian Tambang, “Tahapan Pengolahan Sirtu Unit Crushing Plant PT. Pusaka Dewa Kresna Kabupaten Nabire Provinsi Papua”. Universitas Papua,
- [13] Haris, J. W., 1998, Handbook of Mathematics and Computational Science, Frankfurt.
- [14] Lowrison, G. C., 1974, Crushing and Grinding, Butterworths, London
- [15] Maduma Frans, P. Perangin – Angin P.Hendri, 2020, Jurnal Intan“ Produksi Crushing Plant Pulau Lemon Kabupaten Manokwari” Universitas Papua.
- [16] Mufthian Al arief, 2021 “ Optimalisasi Alat Crushing Plant Untuk Memenuhi Target Produksi Batuan Andesit di PT. Panghegar Mitra Abadi Desa Lagadar, Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. Universitas Islam Bandung.
- [17] Nisa Chaerun, Supit Jance Murdani, 2019 Jurnal Intan “ Evaluasi Kinerja Alat Pengolahan Sirtu PT, Bintang Timur Lestari, Kota Sorong, Provinsi Papua Barat “, Universitas Papua.
- [18] Nu'man, H., 2013, Perencanaan Tata Letak Fasilitas, Universitas Islam Bandung, Bandung
- [19] Prayitno Budi, 2019, “Rancangan Crushing plant Dalam Rangka Pengolahan Batu Gamping” Study Kelayakan PT Duta Karya Pangestu.
- [20] R.Hilman, 2021, “ Analisis Kinerja Crushing Plant Dalam Upaya Pencapaian Target Produksi Batu Split di CV. Putra Mandiri Kabupaten Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat”. Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya.Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 38 tahun 2014. “Penerapan Sistem Manajemen Pertambangan Mineral dan Batubara”, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- [21] Taggart, F. A., 1945, Handbook of Mineral Dressing, Wiley-Interscience Publication, New York
- [22] Undang – Undang Republik Indonesia No 3 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Undang – Undang No. 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- [23] Prodjosumarto, P., 1993, Pindahkan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.

- [24] Purnomo, H “ Perencanaan dan Perancangan Fasilitas “ Graha Ilmu, Yogyakarta ,2004
- [25] Wignjosebroto.S.” Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan “ .Edisi ke -3 cetakan ke-4. Guna Widya, Surabaya. 2009.