



PERANCANGAN DESAIN PIT X BERDASARKAN TARGET PRODUKSI MENGGUNAKAN MINE SCHEDULING CONCEPT PADA PT Y

DESIGN OF PIT X BASED ON PRODUCTION TARGETS USING MINE SCHEDULING CONCEPT AT PT Y

Ardhan Ismail ^{1*}, Mochamad Gaharu Dida Devedo², Albertus Juvensius Pontus¹, Anita Oktoviana L.P.G.M. Thomas³

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mulawarman

³ Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Teknologi Sumbawa

*Penulis korespondensi: ardhanismail@ft.unmul.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4th October 2025

Received in revised from 24th October 2025

Accepted 2nd November 2025

Available online November 2025

Keywords:

Pit Design

Mine Scheduling Concept

SPRY Scheduler

Production Targets

ABSTRACT

Pit design in surface mining requires a systematic approach that considers operational capacity and efficiency to ensure optimal production target achievement. In the actual condition of the second quarter of 2025, pit X design at PT Y was carried out manually using a trial-and-error method. This method was time-consuming and less flexible to parameter changes, and caused significant deviations from production targets, with overburden reaching 110%, coal only 89%, and stripping ratio increasing to 4.19 from the target of 3.39. This study aims to develop pit design based on Mine Scheduling Concept using SPRY Scheduler software to improve operational effectiveness and efficiency. An applied quantitative method was implemented by integrating reserve data from Minescape, heavy equipment parameters including availability, utilisation, and hourly rate, as well as a mining calendar aligned with operational conditions in the third quarter of 2025. The results show that the generated pit design achieves production targets with very high accuracy: overburden of 4,093,991 Bcm with a deviation of -0.02%, coal of 1,206,663 MT with a deviation of 0.00%, and a stripping ratio of 3.39 as targeted. The application of SPRY Scheduler produces measurable, accurate, and adaptive pit designs without trial-and-error processes, supporting efficient and sustainable mine planning.

ABSTRAK

Kata Kunci:

Desain Pit

Mine Scheduling Concept

SPRY Scheduler

Target Produksi

Perancangan desain pit tambang terbuka memerlukan pendekatan sistematis yang mempertimbangkan kapasitas operasional dan efisiensi untuk memastikan pencapaian target produksi optimal. Pada kondisi aktual triwulan kedua 2025, desain pit X di PT Y dilakukan secara *manual* menggunakan metode *trial and error*. Metode ini membutuhkan waktu yang lama dan kurang fleksibel terhadap perubahan parameter, serta menimbulkan deviasi signifikan terhadap target produksi, di mana *overburden* mencapai 110%, batubara hanya 89%, dan *stripping ratio* meningkat menjadi 4.19 dari target 3.39.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan perancangan desain pit berbasis *Mine Scheduling Concept* menggunakan perangkat lunak *SPRY Scheduler* untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasi penambangan. Metode kuantitatif terapan diimplementasikan dengan mengintegrasikan data cadangan dari *Minescape*, parameter alat berat meliputi *availability*, *utilisation*, dan *hourly rate*, serta kalender penambangan yang disesuaikan dengan kondisi operasional triwulan ketiga 2025. Penelitian ini menunjukkan desain pit yang dihasilkan mencapai target produksi dengan tingkat akurasi sangat tinggi yakni *overburden* 4,093,991 Bcm dengan deviasi -0,02%, batubara 1,206,663 MT dengan deviasi 0,00%, dan *stripping ratio* 3.39 sesuai target. Penerapan *SPRY Scheduler* menghasilkan rancangan pit yang terukur, akurat, dan adaptif tanpa proses *trial and error*, mendukung perencanaan tambang yang efisien dan berkelanjutan.

How to Cite This Article: Ismail, A. dkk (2025). Perancangan Desain Pit X berdasarkan Target Produksi Menggunakan Mine Scheduling Concept pada PT. Y. *INTAN: Jurnal Penelitian Tambang*, 8(2), 70–80. <https://doi.org/10.56139/intan.v8i2.349>

PENDAHULUAN

Batubara merupakan komoditas energi strategis yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional dan berkontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia [1]. Provinsi Z sebagai salah satu penghasil batubara terbesar memiliki cadangan yang melimpah dan terus dikembangkan guna mendukung ketahanan energi nasional. Dalam operasi tambang terbuka, perancangan desain pit menjadi tahap fundamental untuk menentukan batas akhir penambangan (*ultimate pit limit*) serta konfigurasi geometri yang aman dan efisien sesuai target produksi [2]. Desain pit modern menggunakan model komputer seperti model blok atau *grid* untuk menggambarkan sumber daya dan cadangan yang akan ditambang [3].

Perancangan pit optimal harus mengintegrasikan teknik optimasi yang mempertimbangkan *mine sequencing*, kapasitas operasional, dan kendala produksi [4]. Pendekatan kuantitatif dalam desain tambang memungkinkan perhitungan volume cadangan *ore* dan *waste* secara akurat untuk memastikan efisiensi operasional [5]. Yulhendra et al. [6] menambahkan bahwa penerapan *mine scheduling concept* penting untuk menghasilkan rancangan efektif sesuai target perusahaan dan menjadi dasar strategi jangka panjang agar kontinuitas produksi terjaga. *Mine scheduling Concept* berfungsi mengatur urutan penambangan dan volume produksi setiap periode untuk mencapai target perusahaan [3]. Konsep ini mencakup penentuan urutan kerja, waktu pelaksanaan, dan alokasi sumber daya dengan memperhatikan kapasitas alat, kualitas material, batas geometri tambang, dan target periodik [7]. Desain pit jangka pendek memberikan rencana penambangan secara bertahap sampai pada batas akhir penambangan dengan memperhitungkan kemampuan

alat dalam berproduksi untuk mencapai target yang diinginkan [8]. Integrasi antara desain pit dan *mine scheduling* menjadi kunci keberhasilan operasi tambang [6]. Kemajuan teknologi memungkinkan penggunaan perangkat lunak seperti *Microsoft Excel*, *Minescape*, dan *SPRY Scheduler* untuk menganalisis serta mengoptimalkan desain pit dan *mine scheduling* [9].

PT Y sebagai kontraktor penambangan pada salah satu Perusahaan pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) di Provinsi Z dituntut untuk mencapai target produksi secara efisien. Desain pit yang optimal berdasarkan target produksi penting untuk menjaga kontinuitas operasi dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya [10]. Perancangan desain pit X pada PT. Y di triwulan dua tahun 2025 dilakukan secara manual dengan pendekatan *trial and error*, namun metode ini memerlukan waktu yang lama, kurang fleksibel terhadap perubahan parameter, pencapaian volume tidak sesuai dengan target produksi yakni *overburden* sampai 110 %, batubara hanya di 89 % sehingga SR aktual naik menjadi 130 % dari SR yang direncanakan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perancangan desain Pit X berdasarkan target produksi menggunakan *mine scheduling concept* pada PT Y yang mengacu sesuai yang ditetapkan oleh perusahaan pemilik IUP. Melalui pendekatan kuantitatif dan pemanfaatan perangkat lunak *SPRY Scheduler*, diharapkan dapat dihasilkan desain pit optimal yang mempertimbangkan kapasitas alat (*availability dan utilisation*), target produksi periodik, *stripping ratio*, kualitas batubara, dan kalender penambangan, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasi penambangan serta memastikan pencapaian target produksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dalam kategori penelitian terapan. Metode kuantitatif bertumpu pada data empiris yang dinyatakan secara numerik dan dianalisis melalui prosedur statistik untuk mengkaji masalah serta menarik kesimpulan yang andal.

Secara operasional, pendekatan ini digunakan untuk menjelaskan, menguji, dan menilai hubungan antara kapasitas operasional alat (*availability*, *utilisation*, dan *hourly rate*), parameter produksi (*volume overburden*, *volume batubara*, *stripping ratio*), dan waktu kerja efektif dengan mengubah persoalan penelitian menjadi indikator-indikator terukur yang dapat diekspresikan dalam bentuk angka, sekaligus mengevaluasi efektivitas perancangan desain pit yang mampu menghasilkan rancangan terukur dan efisien tanpa melalui *proses trial and error*. Penelitian yang dihasilkan tidak hanya baik secara metodologis, tetapi juga relevan bagi kondisi operasional penambangan.

Lokasi penelitian yakni salah satu perusahaan kontraktor PT. Y di Provinsi Z. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan eksperimen terhadap rencana penambangan triwulan tiga yakni Juli-September 2025.

Jenis perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data penelitian yakni *Microsoft Excel*, *Minescape 5.12*, dan *SPRY Scheduler 1.6.2*.

Mekanisme Perancangan Desain Pit Menggunakan SPRY Scheduler

Proses ini dimulai dengan pengolahan data produksi dan desain pit tahunan sebagai fondasi perencanaan, dilanjutkan dengan tahap persiapan data dan pengaturan skenario *mine scheduling* yang mencakup konfigurasi parameter operasional dan batasan-batasan teknis. Tahapan selanjutnya adalah proses *scheduling* yang menentukan urutan dan waktu penambangan untuk setiap area kerja, kemudian menghasilkan *output scheduling* berupa visualisasi dan perhitungan volume material yang akan ditambang. Proses perancangan diakhiri dengan pembuatan desain pit. Mekanisme perancangan desain pit dapat dilihat pada gambar 1.

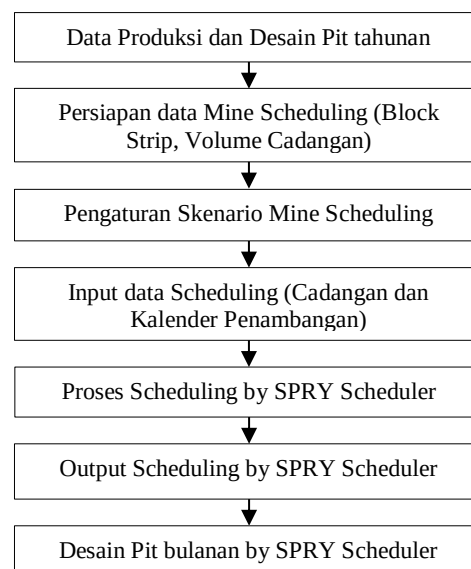
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjadwalan tambang merupakan bagian penting dari perencanaan tambang dengan tujuan utama untuk memaksimalkan keuntungan. Penjadwalan produksi disusun untuk mencapai keuntungan optimal dengan menentukan pengaturan produksi yang efisien dan efektif. Penjadwalan yang baik harus mempertimbangkan berbagai aspek teknis secara komprehensif, diantaranya fleksibilitas untuk

mengantisipasi perubahan kondisi lapangan dan deviasi operasional yang mungkin terjadi.

Adapun target produksi yang ditetapkan untuk triwulan tiga bulan Juli-September tahun 2025 disusun berdasarkan analisis kapasitas alat, ketersediaan sumber daya, dan permintaan pasar. Target produksi ini mencakup volume batubara yang harus dihasilkan serta volume *overburden* yang perlu dipindahkan untuk memastikan akses ke material bernilai ekonomis.

Penetapan target produksi triwulan ini menjadi acuan dalam penyusunan jadwal penambangan bulanan yang detail, sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara terencana, terukur, dan dapat dimonitor pencapaiannya secara berkala untuk memastikan konsistensi kinerja operasional. Target produksi triwulan tiga dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 1. Mekanisme perancangan desain pit

Tabel 1. Target produksi

Bulan	Overburden (Bcm)	Batubara (MT)	SR
Juli	1,325,923	381,107	3.48
Agustus	1,375,962	461,366	2.98
September	1,392,837	364,165	3.82
Total	4,094,722	1,206,638	3.39

Sumber: Dokumen Perencanaan triwulan tiga Tahun 2025 PT.X

Jenis dan jumlah unit yang digunakan pada perancangan desain pit diambil dari dokumen perencanaan triwulan tiga tahun 2025 (Tabel 2). Unit yang digunakan yakni unit PC-1250 dan PC-400 yang disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Jenis dan jumlah unit yang digunakan dari dokumen perencanaan digunakan juga pada perancangan desain pit menggunakan *SPRY Scheduler*.

Tabel 2. Jenis dan jumlah unit yang digunakan

Jenis Pekerjaan	Tipe Unit	Jumlah Unit	Produktivitas (Bcm/jam)
Overburden	PC-1250 Komatsu	3	530
	PC-400 Komatsu	6	220
Batubara	PC-400 Komatsu	6	185

Sumber: Olahan penulis dari dokumen perencanaan triwulan tiga Tahun 2025 PT. Y

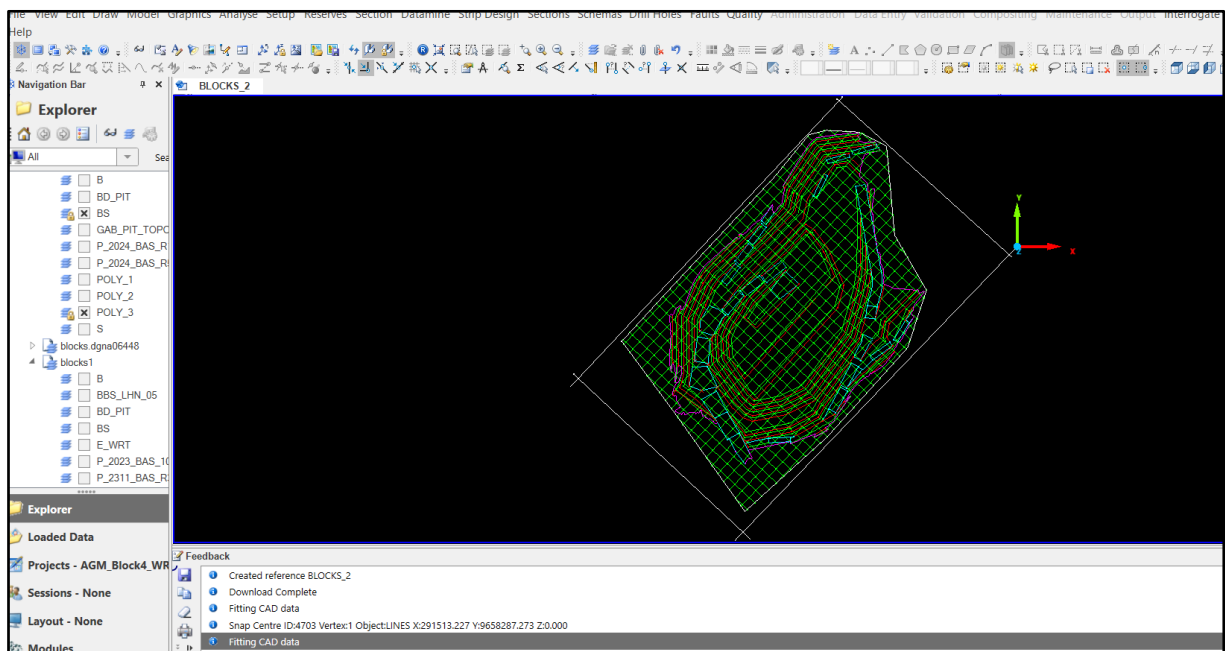
Perancangan Desain Pit

Proses perancangan desain pit menggunakan beberapa mekanisme yang tentunya dapat menjadi acuan yakni sebagai berikut

- **Persiapan Data Mine Scheduling**

Persiapan data *mine scheduling* merupakan tahapan awal yang menentukan keakuratan dan validitas hasil perancangan desain pit. Data-data yang menjadi inputan untuk proses scheduling mencakup Data *Block Strip Minescape* yang akan dijadikan grafik untuk visualisasi area penambangan, serta volume cadangan yang merupakan volume dari cadangan pit

yang akan dilakukan penjadwalan. Data *Block Strip Minescape* berfungsi sebagai representasi spasial dari kondisi geologis dan geometri tambang yang memungkinkan identifikasi lokasi material serta urutan penambangan yang optimal. Volume cadangan memberikan informasi kuantitatif mengenai total material yang tersedia untuk ditambang dalam periode perencanaan yang telah ditetapkan. Selain data spasial dan volume cadangan, persiapan data scheduling juga memerlukan data volume dan kualitas batubara beserta koordinat yang menyediakan informasi detail mengenai karakteristik material pada setiap lokasi penambangan. Data target produksi menjadi acuan utama dalam menentukan laju produksi dan volume material yang harus dicapai pada setiap periode, sedangkan data kalender penambangan mengintegrasikan aspek operasional seperti hari kerja efektif, jadwal pemeliharaan alat, dan periode non-produktif lainnya. Langkah selanjutnya yang dilakukan yakni pembuatan *block strip* penambangan, kemudian dilakukan perhitungan volume cadangan menggunakan tahapan-tahapan di *minescape* yakni mulai dari *sample polygon* sampai pada tahap *reformat sample*. *Block strip* penambangan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Block strip penambangan

Terdapat dua hasil perhitungan di *Minescape* yang digunakan sebagai inputan ke *SPRY Scheduler* yakni *volume by mining reserve* dan *volume by reformat sample*. *Volume by mining reserve* digunakan sebagai input untuk triangulasi dalam pembacaan posisi koordinat area penambangan sehingga area penambangan dapat teridentifikasi di *SPRY Scheduler* dan juga sebagai inputan grafis area penambangan yakni *block strip* penambangan dan *bench* penambangan. Sementara itu, *volume by reformat sample* digunakan sebagai data nilai volume cadangan yang mencakup baik volume *overburden*

maupun volume batubara. Data ini menjadi informasi untuk perhitungan jumlah material yang akan ditambang, rasio pengupasan (*stripping ratio*), dan perencanaan produksi.

Dengan adanya kedua jenis data volume ini, *SPRY Scheduler* dapat melakukan desain pit yang optimal, menghitung *sequence* penambangan yang efisien, serta memastikan target produksi batubara dapat tercapai dengan mempertimbangkan volume *overburden* yang harus dipindahkan terlebih dahulu. Adapun *volume by mining reserve* dan *volume by*

reformat sample dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4. Setelah data volume cadangan siap, inputan selanjutnya yang diperlukan dalam *SPRY Scheduler* adalah kalender penambangan. Kalender penambangan ini dirancang dan disesuaikan dengan jadwal rencana penambangan PT. Y khususnya untuk periode triwulan tiga tahun 2025. Penentuan periode ini menjadi penting karena akan menjadi acuan dalam penjadwalan seluruh aktivitas penambangan, mulai dari pengupasan *overburden* hingga penggalian batubara, sehingga target produksi triwulan dapat tercapai sesuai rencana PT.Y. Kalender penambangan yang diinput ke dalam *SPRY Scheduler* memuat informasi detail mengenai waktu operasional penambangan, yaitu dimulai dari tanggal 1 Juli 2025 hingga 30 September 2025. Selain itu, Kalender penambangan ini juga disesuaikan dengan jumlah unit alat berat yang akan digunakan dalam operasional penambangan selama periode tersebut. Informasi mengenai jumlah unit sangat berpengaruh terhadap kapasitas produksi dan kemampuan pencapaian target yang telah ditetapkan dalam

rencana penambangan triwulan tiga tahun 2025. Kalender penambangan berisi unit yang digunakan untuk *overbuden* yakni *exca1-exca3* merupakan unit PC-1250 *overburden*, *exca3-exca9* merupakan unit PC-400 *overburden* dan untuk batubara yakni *coal1-coal6* merupakan unit PC-400 batubara.

Parameter-parameter operasional yang dimasukkan dalam kalender penambangan meliputi *availability*, *utilisation*, dan *hours rate* dari keseluruhan unit yang dioperasikan. *Availability* menunjukkan persentasi waktu alat siap beroperasi, *utilisation* menggambarkan tingkat penggunaan efektif alat saat beroperasi, sedangkan *hours rate* menunjukkan kapasitas produksi per jam untuk setiap unit. Ketiga parameter ini menjadi faktor penentu dalam perhitungan produktivitas aktual alat dan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan, sehingga *SPRY Scheduler* dapat menghasilkan jadwal penambangan yang realistis dan dapat diimplementasikan di lapangan. Kalender penambangan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 3. Volume by mining reserve

Block Name	Seam	Burden	Bench	Total Volume (Bcm)	Plan Area (M ²)	Mass (Ton)	Easting	Northing	Rawrecmass
X	K15CU	Overburden	P024	0.88	5.41	0	289782.5	9657453	-
X	K15CU	Overburden	P024	0	0.01	0	289781.4	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.02	0.09	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.01	0.03	0	289781.4	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.01	0.07	0	289781.4	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.01	0.04	0	289782.5	9657453	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.01	0.03	0	289781.4	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0	0	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.83	3.77	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.01	0.05	0	289781	9657451	-
X	K16AL	Resource	P024	0.04	0.17	0.05	289779.6	9657454	0.05
X	K16AL	Resource	P024	0.04	0.18	0.05	289781.4	9657456	0.05
X	K16AL	Resource	P024	0.86	3.42	1.03	289781.5	9657459	1
X	K16AL	Resource	P024	0.01	0.02	0.01	289779.5	9657457	0.01
X	K16AL	Resource	P024	0.05	0.19	0.06	289778.8	9657456	0.06
X	K16AL	Resource	P024	0.02	0.06	0.02	289779.5	9657457	0.02
X	K16AL	Resource	P024	0.04	0.16	0.05	289779.5	9657457	0.05
X	K16AL	Resource	P024	0.02	0.07	0.02	289781.6	9657459	0.02
X	K16AL	Resource	P024	0.01	0.05	0.02	289779.5	9657457	0.02
X	K16AL	Resource	P024	0	0.01	0	289781.6	9657459	0
X	K16AL	Resource	P024	0	0	0	289781.7	9657459	0
X	K16AL	Resource	P024	0	0	0	289781.6	9657459	0
X	K16AL	Resource	P024	0.56	2.29	0.66	289781.7	9657459	0.64
X	K16AL	Resource	P024	0.05	0.18	0.05	289781.5	9657459	0.05
X	K16AL	Resource	P024	0	0	0	289781.7	9657459	0
X	K16AL	Resource	P024	0	0	0	289781.7	9657459	0
X	K16AL	Resource	P024	0	0	0	289781.7	9657459	0
X	K16AL	Resource	P024	0.17	0.7	0.2	289781.7	9657459	0.2

Block Name	Seam	Burden	Bench	Total Volume (Bcm)	Plan Area (M ²)	Mass (Ton)	Easting	Northing	Rawrecmass
X	K16AL	Resource	P024	0.01	0.05	0.02	289781.7	9657459	0.02
X	K16AL	Resource	P024	0	0.01	0	289781.9	9657456	0
X	K15CU	Overburden	P024	0.65	3.18	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.01	0.04	0	289782.5	9657453	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.01	0.04	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0	0	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.03	0.15	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0	0	0	289781	9657451	-
X	K15CU	Overburden	P024	0.43	0.32	0	289781	9657451	-

Tabel 4. Volume by reformat sampel

Blockname	Block	Strip	Bench	Seam	Total Volume (Bcm)	Intrmass (MT)	Totburdenvol	OB (Bcm)	Coal (MT)
X	B009	S015	P024	K16AL	6.65	7.71	0	0	8
X	B009	S015	P024	K15CU	91.24	0	91.24	91	-
X	B010	S006	P040	K11BU	0.001	0	0.001	0	-
X	B010	S006	P044	K11BU	109.3	0	109.31	109	-
X	B010	S007	P040	K13	0.0001	0.0001	0	0	0
X	B010	S007	P040	K12CU	453.77	53.25	408.02	410	53
X	B010	S007	P040	K12CL	136.86	17.99	120.92	122	18
X	B010	S007	P040	K12L2	96.37	7.03	89.27	91	7
X	B010	S007	P040	K11BU	82.28	0	82.28	82	-
X	B010	S007	P044	K12L2	0.065	0.04	0.02	0	0
X	B010	S007	P044	K11BU	169.08	0	169.08	169	-
X	B010	S008	P036	K13A1	0.45	0.5	0	0	1
X	B010	S008	P036	K13A	8.62	9.16	0.55	1	9
X	B010	S008	P036	K13	136.92	69.31	77.59	78	69
X	B010	S008	P036	K12CU	1.25	0	1.25	1	-
X	B010	S008	P040	K13	143.44	144.191	20.01	21	144
X	B010	S008	P040	K12CU	70.69	0	70.69	71	-
X	B010	S014	P024	K15CU	262.75	210.11	88.81	91	210
X	B010	S014	P024	K15CL	236.77	170.001	95.59	97	170
X	B010	S014	P024	15BU1	418.15	1.961	416.44	416	2
X	B010	S014	P024	15BU2	0.0048	0	0.004	0	-
X	B010	S015	P024	K16AU	579.27	336.83	292	295	337
X	B010	S015	P024	K16AL	199.57	153.14	67.42	70	153
X	B010	S015	P024	K15CU	848.39	0	848.39	848	-
X	B010	S015	P028	K16AU	82.74	70.16	22.56	24	70
X	B010	S015	P028	K16AL	94.97	69.37	35.09	36	69
X	B010	S015	P028	K15CU	84.18	0	84.18	84	-
X	B011	S016	P020	16BL1	3.12	2.81	0.76	1	3
X	B011	S016	P020	16BL2	1.72	1.01	0.84	1	1
X	B011	S016	P020	K16AU	115.63	0	115.63	116	-
X	B011	S016	P024	K16CU	1981.2	361.54	1669.58	1,675	362
X	B011	S016	P024	K16CL	266.31	123.06	156.43	161	123
X	B011	S016	P024	K16BU	491.28	143.54	367.31	371	144
X	B011	S016	P024	16BL1	172.58	159.49	38.87	42	159

Blockname	Block	Strip	Bench	Seam	Total Volume (Bcm)	Intrmass (MT)	Totburdenvol	OB (Bcm)	Coal (MT)
X	B011	S016	P024	16BL2	105.935	65.22	49.71	52	65
X	B011	S016	P024	K16AU	635.32	0	635.32	635	-
X	B011	S016	P028	K16CU	412.06	20.84	394.08	394	21
X	B011	S016	P028	K16CL	2.264	0.03	2.23	2	0
X	B011	S016	P028	K16AU	7.74	0	7.74	8	-
X	B011	S016	P032	K16CU	0.024	0	0.02	0	-
X	B011	S017	P024	K16D	45.05	5.51	39.41	41	6
X	B011	S017	P024	K16CU	199.67	0	199.67	200	-
X	B011	S017	P028	K16D	65.65	2.71	62.88	63	3

Tabel 5. Kalender penambangan Juli-September tahun 2025

Node	2025\July	2025\August	2025\September
Year	2025	2025	2025
Month	July	August	September
Startdate	07/01/2025 00:00	08/01/2025 00:00	09/01/2025 00:00
EXCA1\Availability (%)	95	91	91
EXCA1\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA1\Hourrate (Bcm/Hour)	530	530	530
EXCA2\Availability (%)	95	91	90
EXCA2\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA2\Hourrate (Bcm/Hour)	530	530	530
EXCA3\Availability (%)	95	91	91
EXCA3\Utilisation (%)	78	72	64
EXCA3\Hourrate (Bcm/Hour)	530	530	530
EXCA4\Availability (%)	95	91	90
EXCA4\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA4\Hourrate (Bcm/Hour)	220	220	220
EXCA5\Availability (%)	95	91	90
EXCA5\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA5\Hourrate (Bcm/Hour)	220	220	220
EXCA6\Availability (%)	95	91	90
EXCA6\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA6\Hourrate (Bcm/Hour)	220	220	220
EXCA7\Availability (%)	95	91	90
EXCA7\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA7\Hourrate (Bcm/Hour)	220	220	220
EXCA8\Availability (%)	95	91	90
EXCA8\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA8\Hourrate (Bcm/Hour)	220	220	220
EXCA9\Availability (%)	95	91	90
EXCA9\Utilisation (%)	78	72	66
EXCA9\Hourrate (Bcm/Hour)	220	220	220
Coal1\Availability (%)	91	90	90
Coal1\Utilisation (%)	73	71	66
Coal1\Hourrate (Bcm/Hour)	185	185	185
Coal2\Availability (%)	91	90	91
Coal2\Utilisation (%)	73	0.71	68

Node	2025\July	2025\August	2025\September
Coal2\Hourrate (Bcm/Hour)	185	185	185
Coal3\Availability (%)	91	90	90
Coal3\Utilisation (%)	73	0.71	68
Coal3\Hourrate (Bcm/Hour)	185	185	185
Coal4\Availability (%)	91	90	90
Coal4\Utilisation (%)	73	0.71	68
Coal4\Hourrate (Bcm/Hour)	185	185	185
Coal5\Availability (%)	91	90	90
Coal5\Utilisation (%)	73	0.71	68
Coal5\Hourrate (Bcm/Hour)	185	185	185
Coal6\Availability (%)	91	90	90
Coal6\Utilisation (%)	73	0.71	68
Coal6\Hourrate (Bcm/Hour)	185	185	185

Sumber: Olahan penulis dari dokumen perencanaan triwulan tiga Tahun 2025 PT. Y

• Pengaturan Skenario Mine Scheduling dan Input data

Pengaturan Skenario yakni persiapan data level penambangan untuk masing-masing *source* yakni *setup level* baik untuk cadangan maupun kalender penambangan. Input data yakni memasukan data baik cadangan maupun kalender penambangan.

Pengaturan skenario level penambangan untuk posisi pit dan *block strip* penambangan untuk mengakomodir dan penyesuaian data ke dalam *SPRY Scheduler*. Pengaturan ini menempatkan urutan level dari unit yang dibuat secara otomatis melakukan pergerakan dengan membaca data pit kemudian *block* lalu *strip* kemudian *bench* dan *seam*. Pengaturan skenario dapat dilihat pada gambar 3.

Pengaturan *setup level* penambangan selanjutnya yakni pengaturan posisi jadwal penambangan untuk mengakomodir dan penyesuaian data ke dalam *SPRY Scheduler*. Pengaturan ini menempatkan urutan level bulan urutan penambangan sesuai dengan perencanaan periode penambangan. Pengaturan skenario dapat dilihat pada gambar 4.

Tahap selanjutnya setelah mengatur level penambangan yakni memasukan data cadangan dan calendar penambangan. Langkah ini disesuaikan dengan kebutuhan data yang ditetapkan pada *SPRY Scheduler*.

• Proses Scheduling

Proses *scheduling* merupakan tahapan utama dalam perancangan desain pit menggunakan *SPRY Scheduler*. Dalam aplikasi ini, terdapat dua metode *scheduling* yang dapat dipilih, yaitu *automatic scheduling* dan *manual scheduling*. *Automatic scheduling* memungkinkan sistem untuk secara otomatis mengatur jadwal penambangan berdasarkan parameter dan batasan yang telah ditetapkan,

sedangkan *manual scheduling* memberikan kontrol penuh kepada pengguna untuk mengatur dan menentukan jadwal sesuai kebutuhan spesifik. Pemilihan antara kedua metode ini sangat bergantung pada kebutuhan pengguna, kompleksitas operasional, dan tingkat fleksibilitas yang diinginkan dalam perancangan desain pit.

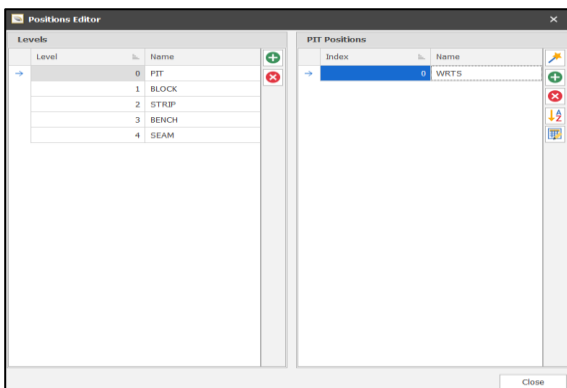
Dalam penelitian ini, proses *scheduling* yang digunakan adalah *manual scheduling* karena metode ini memberikan keleluasaan yang lebih besar dalam mengatur pergerakan unit alat berat sesuai dengan dengan kemajuan penambangan dan target produksi yang telah ditetapkan. Dengan *manual scheduling*, pengguna dapat melakukan pengaturan yang lebih detail dan spesifik terhadap alokasi unit pada setiap *block strip* dan *bench* penambangan, sehingga strategi penambangan dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan yang dinamis. Metode ini juga memungkinkan penyesuaian jadwal secara *real-time* untuk mengoptimalkan pencapaian target produksi batubara dan volume pengupasan *overburden* sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat untuk triwulan tiga tahun 2025. Proses *manual scheduling* dapat dilihat pada gambar 5.

• Output Scheduling

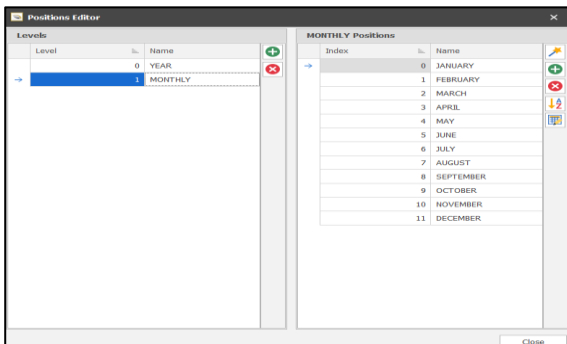
Output scheduling merupakan hasil akhir dari proses *scheduling* yang telah dilakukan dalam *SPRY Scheduler*, berupa desain penambangan yang terbentuk secara langsung dan otomatis sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan sebelumnya. *Output* ini menampilkan visualisasi grafis area penambangan yang menunjukkan *block strip* mana saja yang akan ditambang, urutan penambangan, serta distribusi material *overburden* dan batubara pada setiap periode waktu.

Desain pit yang dihasilkan merupakan representasi dari strategi penambangan optimal yang telah memperhitungkan berbagai faktor seperti volume

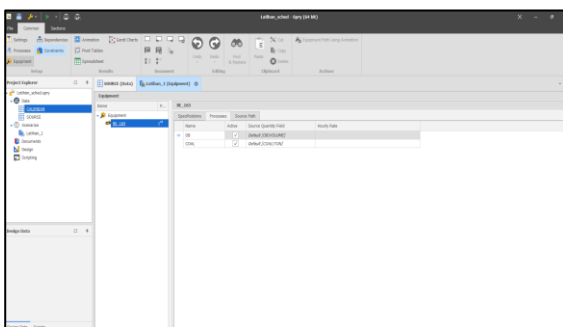
cadangan, kapasitas alat, waktu operasional, dan target produksi yang harus dicapai. *Output* yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan hasil *mine scheduling* untuk periode triwulan tiga tahun 2025. Setiap bulan memiliki desain penambangan spesifik yang menunjukkan area mana yang akan dikerjakan, volume material yang akan dipindahkan, serta progres pencapaian target produksi secara bertahap. Hasil *Manual Scheduling* desain pit menggunakan *SPRY Scheduler* menghasilkan kemajuan penambangan dari bulan Juli sampai dengan September, kemajuan penambangan dapat dilihat pada gambar 6, 7 dan 8. Adapun hasil perhitungan volume dari *mine scheduling end of Juli - September* dapat dilihat pada gambar 9. Perbandingan antara volume menggunakan *SPRY Scheduler* dan volume target produksi PT. Y dapat dilihat pada tabel 6.



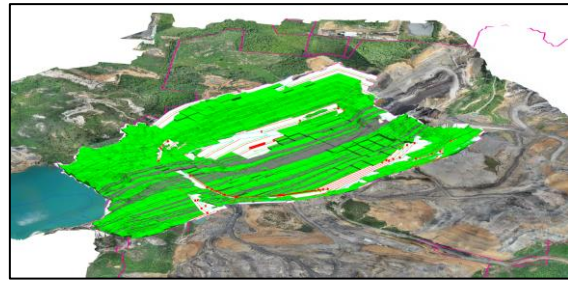
Gambar 3. Setup level untuk cadangan menggunakan SPRY Scheduler



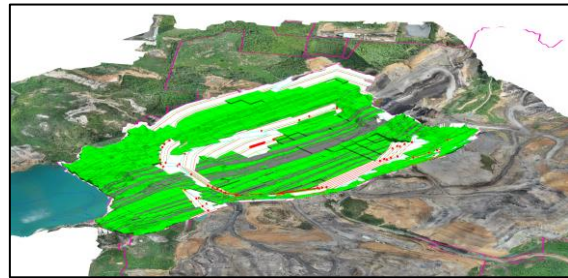
Gambar 4. Setup level untuk kalender penambangan menggunakan spry scheduler



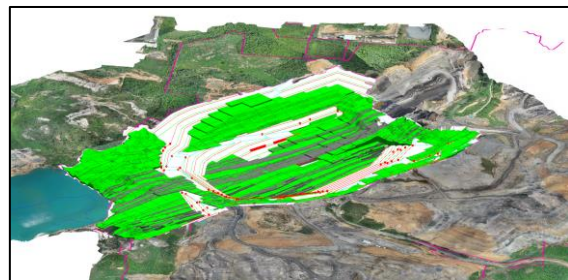
Gambar 5. Proses Manual Scheduling Penambangan menggunakan SPRY Scheduler



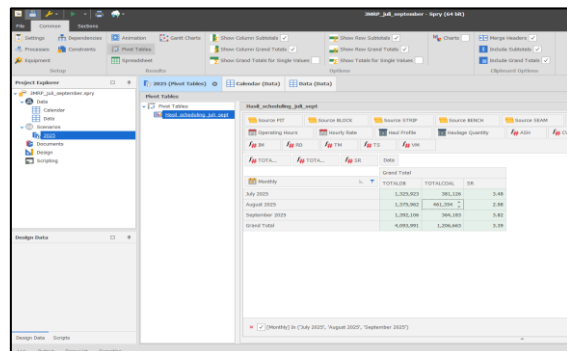
Gambar 6. Mine scheduling end of July 2025



Gambar 7. Mine scheduling end of August 2025



Gambar 8. Mine scheduling end of September 2025



Gambar 9. Volume hasil mine scheduling SPRY scheduler

Dari hasil perbandingan antara volume target produksi PT. Y dan hasil *scheduling* menggunakan *SPRY Scheduler* pada tabel 5 menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan deviasi di bawah 1% pada semua parameter baik volume *overburden*, batubara, dan *stripping ratio*.

Hasil validasi ini membuktikan bahwa penerapan *mine scheduling concept* berbasis *SPRY Scheduler* mampu menghasilkan rancangan desain pit yang sangat akurat dan sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan perusahaan untuk periode triwulan ketiga tahun 2025.

Tabel 6. Perbandingan volume target produksi dan SPRY scheduler

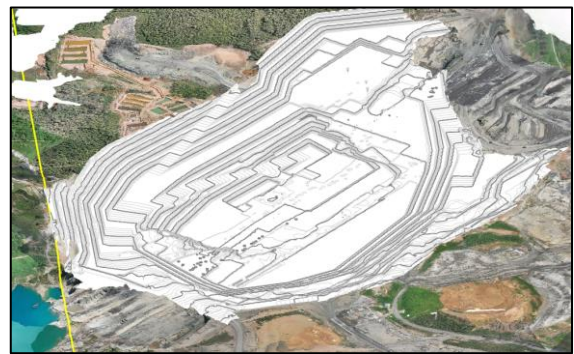
Bulan	Target Produksi PT. Y			Volume by SPRY Scheduler			Persentasi Deviasi		
	Overburden (Bcm)	Batubara (MT)	SR	Overburden (Bcm)	Batubara (MT)	SR	Overburden (Bcm)	Batubara (MT)	SR
Juli	1,325,923	381,107	3.48	1,325,923	381,126	3.48	0.00%	0.00%	0.02%
Agustus	1,375,962	461,366	2.98	1,375,962	461,354	2.98	0.00%	0.00%	-0.01%
September	1,392,837	364,165	3.82	1,392,106	364,183	3.82	-0.05%	0.00%	0.22%
Total	4,094,722	1,206,638	3.39	4,093,991	1,206,663	3.39	-0.02%	0.00%	-0.02%

Tingkat deviasi yang sangat rendah menunjukkan bahwa integrasi data cadangan dari *Minescape*, parameter operasional alat berat seperti *availability* dan *utilization*, serta kalender penambangan telah berhasil diterjemahkan ke dalam *mine scheduling Concept* dengan baik.

• Desain Pit Bulanan

Untuk menghasilkan desain pit bulanan yang dapat digunakan sebagai acuan pelaksanaan operasional di lapangan, hasil *scheduling* yang telah diperoleh perlu ditransformasikan ke dalam format yang lebih aplikatif. Proses transformasi ini dilakukan melalui ekspor hasil *scheduling* menjadi format *grid*, di mana setiap desain disesuaikan dengan kondisi akhir bulan (*end of month*) dari hasil *scheduling* untuk periode perencanaan yang telah ditetapkan. Penyesuaian ini penting untuk memastikan bahwa desain pit yang dihasilkan merepresentasikan kondisi aktual penambangan pada setiap akhir periode bulanan, mencakup batas penambangan, volume material yang telah dipindahkan, serta progres kemajuan *front* penambangan.

Proses ekspor ini diterapkan secara konsisten untuk seluruh periode triwulan ketiga tahun 2025, yaitu mulai dari bulan Juli, Agustus, hingga September. Setiap desain pit bulanan yang dihasilkan merupakan representasi geometri tambang yang mencerminkan target produksi, volume penambangan, dan batas-batas penambangan yang harus dicapai pada periode tersebut. Desain pit bulan Juli sampai dengan September dapat dilihat pada gambar 9, 10 dan 11.

**Gambar 9.** Desain pit bulan Juli 2025**Gambar 10.** Desain pit bulan Agustus 2025**Gambar 11.** Desain pit bulan September 2025

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa perancangan desain pit menggunakan *Mine Scheduling Concept* berbasis *SPRY Scheduler* mampu menghasilkan rancangan yang akurat, terukur, dan efisien untuk operasi penambangan batubara PT Y. Pendekatan kuantitatif yang mengintegrasikan data cadangan dari *Minescape*, parameter operasional alat berat (*availability*, *utilization*, dan *hourly rate*), serta kalender penambangan menghasilkan desain pit yang sesuai dengan target produksi triwulan ketiga tahun 2025. Hasil validasi menunjukkan tingkat akurasi sangat tinggi dengan deviasi di bawah 1% untuk semua parameter, yaitu volume *overburden* mencapai 4.093.991 Bcm (deviasi -0,02% dari target 4.094.722 Bcm), volume batubara 1.206.663 MT (deviasi 0,00% dari target 1.206.638 MT), dan *stripping ratio* rata-rata 3,39 sesuai target. Konsistensi pencapaian target untuk setiap bulan Juli, Agustus, dan September mengonfirmasi bahwa metode ini tidak hanya akurat secara teoritis tetapi

juga dapat diandalkan untuk implementasi praktis di lapangan.

Implementasi *SPRY Scheduler* memberikan keunggulan signifikan dibandingkan metode manual *trial and error* yang sebelumnya diterapkan pada triwulan kedua, yang menghasilkan deviasi besar dengan pencapaian *overburden* hingga 110%, batubara hanya 89%, dan *stripping ratio* meningkat menjadi 4,19 (deviasi 130% dari target 3,39). Metode berbasis *mine scheduling concept* ini menghasilkan desain pit yang dapat langsung diimplementasikan tanpa memerlukan penyesuaian tambahan, menghemat waktu perencanaan, mengurangi risiko operasional, dan memastikan efisiensi biaya melalui kontrol *stripping ratio* yang optimal. Proses sistematis yang meliputi persiapan *block strip* penambangan, perhitungan volume cadangan (*volume by mining reserve* dan *volume by reformat sample*), konfigurasi kalender operasional, hingga *manual scheduling* memberikan kontrol penuh terhadap urutan dan volume penambangan setiap periode.

Penelitian ini membuktikan bahwa *SPRY Scheduler* merupakan solusi perencanaan tambang yang terukur, adaptif, dan efisien untuk mendukung pencapaian target produksi serta keberlanjutan operasional penambangan batubara.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Pada penelitian ini, masing-masing penulis memiliki peran dan kontribusi. Penulis 1 merancang konsep penelitian, menyusun kerangka metodologi, melakukan pengumpulan dan pengolahan data, serta validasi data hasil pengujian. Penulis 1 juga berperan utama dalam penyusunan draf manuskrip. Penulis 2 berpartisipasi aktif dalam diskusi metodologi dan koordinasi teknis penelitian. Penulis 3 juga membantu dalam merancang konsep penelitian, pengolahan data dan diskusi metodologi. Penulis 4 melakukan editing dan berpartisipasi dalam koordinasi penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada PT X Selaku penyedia data dan lokasi penelitian sehingga penelitian ini bisa terlaksana dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

[1]. Ministry of Energy and Mineral Republic of Indonesia. 2024. "handbook-of-energy-and-economic-statistics-of-indonesia-2024,

"Available: <https://www.esdm.go.id/en/publication/handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-heesi>. Accessed: Oct. 18, 2025.

- [2]. E. Hay, M. Nehring, P. Knights, and M. S. Kizil. 2019. "Determining the optimal orientation of ultimate pits for mines using fully mobile in-pit crushing and conveying systems," *The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, vol. 119, doi: 10.17159/2411.
- [3]. M. Osanloo, J. Gholamnejad, and B. Karimi. 2008. "Long-term open pit mine production planning: A review of models and algorithms," doi: 10.1080/17480930601118947.
- [4]. N. Morales, P. Nancel-Penard, and N. Espejo. 2023. "Development and analysis of a methodology to generate operational open-pit mine ramp designs automatically," *Optimization and Engineering*, vol. 24, no. 2, pp. 711–741, doi: 10.1007/s11081-021-09702-3.
- [5]. M. A. O. Talayuk, D. N. Tanggara, I. P. Putrawiyanta, N. Novalisae, and Y. D. Inso, 2025. "Technical Design of Pit B Mining PT Indo Muro Kencana Murung Raya Regency, Central Kalimantan Province," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 9, no. 4, pp. 1782–1789, doi: 10.70609/g-tech.v9i4.7790.
- [6]. D. Yulhendra, F. Sandrio, and A. Octova. 2023. "Development Mine Scheduling Concept in Making Pit Design," *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 269–282, doi: 10.46574/motivection.v5i2.208.
- [7]. A. M. Newman, E. Rubio, R. Caro, A. Weintraub, and K. Eurek. 2010. "A review of operations research in mine planning," *Interfaces (Providence)*, vol. 40, no. 3, pp. 222–245. doi: 10.1287/inte.1090.0492.
- [8]. K. Tabang, K. Kutai Kartanegara, P. Kalimantan Timur Hendra Sani, and T. Tappang. 2025. "Rancangan Desain Pit Short Term Di Pit Panel II PT. Karunia Armada Indonesia Jobsite PT. Indonesia Pratama," *Jurnal Teknik AMATA*, vol. 6, no. 1. 9.
- [9]. M. Blom, A. R. Pearce, and P. J. Stuckey. 2017. "Short-term planning for open pit mines: a review," *Int J Min Reclam Environ*, vol. 33, no. 5, pp. 318–339, doi: 10.1080/17480930.2018.1448248.10.
- [10]. E. Moreno, M. Rezakhah, A. Newman, and F. Ferreira, 2017. "Linear models for stockpiling in open-pit mine production scheduling problems," *Eur J Oper Res*, vol. 260, no. 1, pp. 212–221, doi: 10.1016/j.ejor.2016.12.014.