

**ANALISIS KETERCAPAIAN PENAMBANGAN BULAN JUNI
2024 DI PIT SELATAN PT BANYAN KOALINDO LESTARI
KABUPATEN MUSI RAWAS UTARA SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI



ANTONIO DE MELLO SITANGGANG

F1D119035

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2025

**ANALISIS KETERCAPAIAN PENAMBANGAN BULAN JUNI
2024 DI PIT SELATAN PT BANYAN KOALINDO LESTARI
KABUPATEN MUSI RAWAS UTARA SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI



SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana dari
Universitas Jambi**

**ANTONIO DE MELLO SITANGGANG
F1D119035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2025

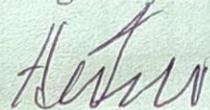
HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang baik dan benar.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, 19 Maret 2025

Yang menyatakan,



ANTONIO DE MELLO S

F1D119035

HALAMAN PENGESAHAN

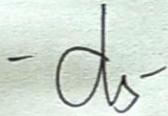
Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

Susunan Tim Penguji

Ketua : Ir. Aditya Denny Prabawa, S.T., M.T.
Anggota : Jarot Wiratama, S.T., M.T.
Muhammad El Hakim, S.T., M.T.

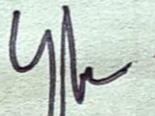
Disetujui:

Dosen Pembimbing I



Yosa Megasukma, S.T., M.T.
NIP. 199003082019032020

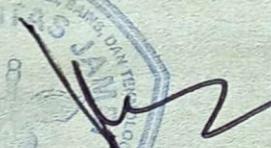
Dosen Pembimbing II



Yudi Anista Yulanda, S.T., M.T.
NIP. 199107242022031005

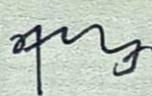
Diketahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Jambi

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T
NIP. 196806021993031004

Ketua Jurusan Teknik Kebumihan
Universitas Jambi



Ir. Hari Wiki Utama, S.T., M.Eng.
NIP. 199103162019031019

RINGKASAN

PT Banyan Koalindo Lestari merupakan perusahaan tambang batubara yang menggunakan sistem tambang terbuka. Perusahaan ini berlokasi di Desa Beringin Makmur II, Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas Utara, Provinsi Sumatera Selatan. Dalam kegiatan penambangan, perusahaan secara rutin melakukan evaluasi dengan cara merekonsiliasi antara rencana penambangan (*Mine Plan Design*) dan kondisi aktual di lapangan. Proses rekonsiliasi ini bertujuan untuk mencocokkan realisasi penambangan dengan rencana yang telah disusun sebelumnya.

Dalam rekonsiliasi penambangan, terdapat istilah (kelebihan penggalian), *Undercut* (kekurangan penggalian), dan *Over-stripping* (pengupasan melebihi target yang ditentukan). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara rencana penambangan dan realisasi aktual, menganalisis faktor penyebab ketidaksesuaian tersebut, mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan. Memberikan rekomendasi upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi ketidaksesuaian. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung di lapangan dan analisis data sekunder. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software* pertambangan untuk *Overlay* rencana dan aktual, menghitung volume, *Undercut* dan *Over-stripping*, serta menganalisis produktivitas alat. Pada plan dapat di lihat beberapa *Request Level* (RL) yang tidak sesuai dengan keadaan aktual yang awalnya *Request Level* 45 mdpl aktualnya hanya tercapai 55 mdpl dan pada *Request Level* 20 mdpl pada keadaan aktual hanya tercapai 35 mdpl.

Hasil penelitian menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara rencana dan aktual, dengan volume sebesar 5.179,85 bcm, *Undercut* sebesar 219.199,29 bcm, dan volume tertambang sebesar 313.561 bcm. masalah ini berdampak pada peningkatan *stripping ratio*, yaitu dapat menyebabkan beban tambahan pada kegiatan ekspos batubara di bulan-bulan berikutnya, yang pada akhirnya memengaruhi efisiensi operasional dan biaya produksi.

Dampak dari ketidaksesuaian ini adalah perlunya penyusunan ulang rencana penambangan untuk bulan-bulan berikutnya, setelah dilakukan perbaikan pada *Mine Plan Design* untuk bulan depan didapatkan pengupasan tanah penutup (*Overburden*) sebesar 641.218 bcm dan pengambilan batubara (*Coal Getting*) sebesar 79.549 ton, dengan *Stripping Ratio* sebesar 8. Untuk memastikan target tersebut dapat dicapai, dilakukan serangkaian perbaikan pada *design plan*, yang berfokus pada peningkatan efisiensi operasional dan optimalisasi sumber daya.

Kata Kunci : Excavator. Dump Truck, Komatsu, Match Factor

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Antonio De Mello Sitanggung, lahir di Muaro Jambi, Provinsi Jambi, pada tanggal 28 Februari 2001 sebagai anak pertama dari pasangan suami istri Agustinus Sitanggung dan Santi Maria Sipayung. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 25 Muaro Jambi pada tahun 2013, dilanjutkan pendidikan sekolah menengah di SMP Negeri 7 Muaro Jambi pada tahun 2016, penulis melanjutkan jenjang sekolah menengah atas atau sederajat di SMAS Ferdy Ferry Putra Kota Jambi dan selesai pada tahun 2019. Tahun 2019 penulis masuk menjadi mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Jambi, penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Pertambangan sebagai demisioner anggota divisi internal. Demikian riwayat hidup penulis untuk diketahui.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena hanya berkat Rahmat dan Karunia-Nya serta kemudahan pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan salah satu program studi Teknik Pertambangan Universitas Jambi yang dilaksanakan di PT Banyan Koalindo Lestari Kabupaten Musirawas Utara Provinsi Sumatera Selatan.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, kedua adik, serta keluarga besar dari kedua belah pihak orang tua yang senantiasa mendoakan, memberi dukungan, semangat serta perhatian moral maupun materil. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan berkah, rahmat, kesehatan dan karunia atas apa yang telah diberikan kepada penulis hingga saat ini. Serta penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, perkenalkan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Bapak Ir.Hari Wiki Utama, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Kebumian Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Bapak Muhammad Ikrar Lagowa, S.T.,M.Eng.Sc, selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Bapak Ir. Aditya Denny Prabawa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan memberikan arahan selama masa studi perkuliahan.
5. Ibu Yosa Megasukma, S.T., M.T. dan Bapak Yudi Arista Yulanda,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II Skripsi yang telah memberikan masukan dan arahan pada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Erwin Rachmat Hidayat selaku Direktur Keuangan dan SDM PT. Banyan Koalindo Lestari.

7. Bapak Hendi Prihananto sebagai Kepala Teknik tambang PT. Banyan Koalindo Lestari.
8. Bang Zakki dan Bang Febri Sebagai Pembimbing lapangan pada penelitian Tugas Akhir di PT. Banyan Koalindo Lestari yang telah mendampingi serta memberi arahan secara sabar dan memberi cerminan tauladan yang baik bagi penulis.
9. Kedua Orang Tua Penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun material sehingga kerja praktek ini selesai
10. Teman – teman seperjuangan yaitu Bima Allaudin, Galih Pramono, Jepri Elkana Pinem, Fahmi dan Iqbal tanpa semangat, dukungan dan bantuan kalian sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya, terimakasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis yang telah mengukir selama ini di PT Banyan Koalindo Lestari. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa. Staff dapur dan laundry yang telah senantiasa memberikan jasanya kepada saya agar tidak pernah lapar dan pakaian saya selalu bersih dan wangi.
11. Mahasiswa satu almamater dan pihak lain yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.

Jambi, 19 Juni 2024

Yang menyatakan,



Antonio De Mello Sitanggang

F1D119035

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang Masalah.....	15
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Batasan masalah	16
1.4 Tujuan Penelitian.....	16
1.5 Manfaat Penelitian.....	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1 Perencanaan Analisa Realisasi Rencana Penambangan.....	18
2.1.1 Perencanaan Tambang.....	18
2.1.2 Evaluasi Realisasi Rencana Penambangan.....	18
2.2 Faktor-faktor yang Menyebabkan Ketidaktercapaian <i>Mine Plan Design</i> Terhadap Realisasi Penambangan di Lapangan.....	20
2.2.1 Waktu Kerja Efektif	20
2.2.2 Produktivitas Alat Gali Muat	21
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut	21
2.2.4 Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>).....	22

2.2.5 Jenis Material dan Perubahan Volume	22
2.2.6 Faktor Koreksi	25
2.2.7 Keadaan Cuaca	28
2.3 Pengaruh Ketidaktercapaian <i>Mine Plan Design</i> Terhadap Realisasi Penambangan Di Lapangan	28
2.4 Upaya Untuk Mengatasi Dampak Akibat Ketidaktercapaian <i>Mine Plan Design</i> Terhadap Realisasi Penambangan di Lapangan	29
2.4.1 Indikator Waktu Kerja Efektif.....	29
2.4.2 Faktor Pengawasan.....	29
2.5 Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Profil Lokasi Penelitian	32
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	33
3.3 Metode Penelitian.....	34
3.4 Bagan Alir Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Analisis Ketercapaian Penambangan Bulan Juni 2024	42
4.1.1 Evaluasi Kesesuaian Rencana Penggalan dan Realisasi Lapangan	46
4.1.2 Perbandingan Area Overcut dan Undercut Berdasarkan Peta Rencana dan Aktual.....	47
4.1.3 Tingkat Ketercapaian Produksi terhadap Rencana Desain Penambangan.....	54
4.2 Faktor Penyebab Ketidaktercapaian <i>Mine Plan Design Terhadap Realisasi Di Lapangan</i>	55
4.2.1 <i>Ketersediaan Alat</i>	55
4.2.2 Hujan dan <i>Slippery</i>	61
4.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat <i>Excavator Backhoe</i>	63

4.2.4 Kurang Maksimalnya Pengawasan di Lokasi Penambangan ...	66
4.3 Dampak yang Diakibatkan Oleh Ketidaktercapaian Penambangan Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i> terhadap Realisasi Penambangan Dilapangan.....	67
4.4 Rekomendasi Penanganan yang dapat Dilakukan Untuk Mengatasi Dampak Akibat Ketidaktercapaian <i>Mine Plan Design Terhadap Realisasi Penambangan Pada Bulan Selanjutnya</i>	68
4.4.1 Penetapan Indikator <i>Delay Time</i> dalam Optimalisasi Waktu Kerja	68
4.4.2 Meningkatkan Pengawasan Kegiatan Penambangan.....	69
4.4.3 Perbaiki Design Untuk Bulan Depan.....	70
4.4.4 Rencana Kebutuhan Alat Mekanis	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rekonsiliasi Penambangan Antara Rencana Penambangan Dengan Realisasi di Lapangan (Chabibi,2013).....	19
Gambar 2. Keadaan Material.....	24
Gambar 3. Peta Izin Usaha Pertambangan PT Banyan Koalindo Lestari	32
Gambar 4. Peta Kesampaian Daerah.....	33
Gambar 5. Peta Rencana Penambangan	37
Gambar 6. <i>Design Plan</i> yang telah di <i>Boundry</i>	38
Gambar 7. Kontur Struktur.....	38
Gambar 8. <i>Triangel Plan</i>	38
Gambar 9. <i>Triangle</i> Realisasi Akhir Bulan	39
Gambar 10. <i>Overlay</i> antara <i>Plan</i> dan Keadaan Aktual	39
Gambar 11. <i>Pembagian Section</i>	39
Gambar 12. Tampak Samping.....	40
Gambar 13. Peta Rencana Bulan Juni Blok Utara.....	43
Gambar 14. Peta Rencana Bulan Juni Blok Selatan.....	44
Gambar 15. Analisis <i>Rainbow (Contur Value)</i>	47
Gambar 16. <i>Area Overcut</i>	48
Gambar 17. <i>Area Undercut</i>	49
Gambar 18. <i>Line Section</i> Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang.....	50
Gambar 19. Tampak Samping <i>Overlay</i> Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang pada <i>Section C-C'</i>	50
Gambar 20. Tampak Samping <i>Overlay</i> Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang Pada <i>Section A-A'</i>	51
Gambar 21. Tampak Samping <i>Overlay</i> Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang Pada <i>Section G-G'</i>	52
Gambar 22. Tampak Samping <i>Overlay</i> Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang Pada <i>Section I-I'</i>	53
Gambar 23. Grafik Perbandingan Rencana dan Aktual Alat Gali Muat Batubara di <i>Pit Selatan</i>	64
Gambar 24. Grafik Perbandingan Rencana dan Aktual Alat Gali Muat	66

Gambar 25. Patok Elevasi Aktual	67
Gambar 26. <i>Design</i> Perbaikan.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Bobot Isi dan Faktor Pengembangan Material	24
Tabel 2. Efisiensi Kerja Berdasarkan Kondisi Operasional Alat	26
Tabel 3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	34
Tabel 4. Target Produksi	42
Tabel 5. Pembagian Seam Berdasarkan Elevasi di Pit Utara	43
Tabel 6. Pembagian Seam Berdasarkan Elevasi di Pit Selatan	44
Tabel 7. Rencana Fleet <i>Overburden</i>	45
Tabel 8. Rencana Fleet Batubara	45
Tabel 9. Analisis Ketercapaian Produksi Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i> Bulan Juni 2024	54
Tabel 10. Perbandingan Mechanical Availability (MA) Rencana dan Aktual	56
Tabel 11. Perbandingan <i>Physical Availability</i> (PA) Antara Aktual dan Rencana	57
Tabel 12. Perbandingan Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat <i>Overburden</i> Bulan Juni 2024	59
Tabel 13. Perbandingan produksi <i>Overburden</i> Dan Waktu Kerja Efektif Antara Rencana Dengan Aktual Dilapangan	59
Tabel 14. Perkiraan Curah Hujan dan Aktual Curah Hujan Bulan Juni 2024 Pit Selatan	60
Tabel 15. Perbandingan Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat Batubara Bulan Juni 2024	61
Tabel 16. Perbandingan Produksi Batubara dan Waktu Kerja Efektif Antara Rencana Dengan Aktual Dilapangan	61
Tabel 17. Jam Hujan	62
Tabel 18. Perbandingan Rencana Dan Aktual Produktivitas Alat Gali Muat Batubara	63
Tabel 19. Perbandingan Rencana dan Aktual Produktivitas Alat Gali Muat <i>Overburden</i>	65
Tabel 20. Rencana Kebutuhan Alat Mekanis	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Alat Liugong	70
Lampiran 2. Spesifikasi Quester	71
Lampiran 3. Spesifikasi Alat Iveco	72
Lampiran. 4 spesifikasi alat hitachi.....	73
Lampiran. 5 Excavator komatsu pc 400.....	74
Lampiran. 6. Spesifikasi Alat Gali Muat Excavator Backhoe Caterpillar CAT 340D.....	75
Lampiran. 7 <i>Swell Factor</i> material	76
Lampiran. 8 perhitungan waktu edar (<i>Cycle Time</i>) alat gali muat <i>Excavator</i> <i>Bachoe</i>	77
Lampiran. 9 perhitungan waktu edar (<i>Cycle Time</i>) alat gali muat <i>Excavator</i> <i>Bachoe</i>	80
Lampiran. 10 Perhitungan waktu edar (<i>Cycle Time</i>) alat gali muat <i>Excavator</i> <i>Backhoe</i>	81
Lampiran. 11 Perhitungan waktu edar (<i>Cycle Time</i>) alat gali muat <i>Excavator</i> <i>Backhoe</i>	82
Lampiran. 12 Perhitungan waktu edar (<i>Cycle Time</i>) alat gali muat <i>Excavator</i> <i>Backhoe</i>	83
Lampiran. 13 Perhitungan produktivitas.....	84
Lampiran. 14 perhitungan <i>Stripping Ratio</i> (SR) dan Rencana Target produksi Tahun 2024	88
Lampiran. 15 target produksi tahun 2024	89
Lampiran. 16 presentasi permasalahan utama,terjadinya ketidaksesuaian ..	90
Lampiran. 17 Jam kerja dan kesediaan alat (availability) alat gali muat di Pit selatan bulan juni 2024	91
Lampiran. 18 curah hujan PT Banyan Koalindo Lestari Tahun 2024	92
Lampiran. 19 contoh format data <i>Lose time</i> (<i>Delay Time</i>) untuk laporan bulanan.....	95

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT Banyan Koalindo Lestari (BKL) adalah perusahaan tambang batubara yang beroperasi di Kabupaten Musi Rawas Utara, Provinsi Sumatera Selatan. Perusahaan ini menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode *strip mine*, yang mana proses penambangan dilakukan dengan membentuk jenjang. Tambang terbuka memerlukan perencanaan rinci untuk setiap tahapan operasi, mulai dari penggalian hingga penutupan tambang, guna memastikan proses produksi berjalan efektif dan efisien.

Untuk mencapai target produksi secara optimal, perusahaan menyusun perencanaan tambang berdasarkan beberapa tahapan, yaitu rencana jangka panjang, yang mencakup perencanaan keseluruhan proyek tambang, rencana tahunan, yang merinci target produksi untuk setiap tahun operasi. Rencana bulanan, yang lebih spesifik dan terfokus pada target dan lokasi penambangan untuk setiap bulan.

Penahapan ini bertujuan untuk menjaga kontinuitas produksi, memastikan pemanfaatan sumberdaya tambang secara optimal, dan memberikan informasi lokasi yang akan ditambang sesuai dengan desain tambang. Namun, dalam praktiknya, sering terjadi ketidaksesuaian antara rencana penambangan dengan realisasi aktual di lapangan. Ketidaksesuaian ini biasanya ditemukan melalui proses rekonsiliasi yang dilakukan pada akhir bulan. Rekonsiliasi merupakan metode evaluasi untuk membandingkan rencana tambang (*Mine Plan Design*) dengan realisasi penambangan di lapangan.

Pada proses rekonsiliasi, beberapa istilah teknis yang sering digunakan adalah *Overcut* yaitu penggalian yang melebihi batas rencana secara vertikal, *Undercut* yaitu penggalian yang kurang dari target rencana secara vertikal, dan *Over-stripping* yaitu pengupasan material yang melebihi batas horizontal yang direncanakan.

Berdasarkan data rekonsiliasi dari PT Banyan Koalindo Lestari untuk periode Januari hingga Mei 2024, ditemukan adanya ketidaksesuaian yang signifikan antara rencana dan realisasi, baik dalam hal volume *Overburden* maupun batubara. Ketidaksesuaian tersebut disebabkan oleh berbagai faktor seperti, kerusakan alat

berat yang terjadi di lapangan, kurangnya pengawasan terhadap patok elevasi yang sering hilang atau tidak sesuai serta kondisi jalan tambang yang kurang memadai, seperti jalan yang berdebu atau licin akibat hujan. Masalah ini berdampak pada peningkatan *stripping ratio*, yaitu rasio antara material penutup (*Overburden*) yang dikupas dengan batubara yang dihasilkan. Peningkatan *Stripping Ratio* dapat menyebabkan beban tambahan pada kegiatan ekspos batubara di bulan-bulan berikutnya, yang pada akhirnya memengaruhi efisiensi operasional dan biaya produksi.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian rencana dan realisasi penambangan pada bulan Juni 2024 di *Pit* Selatan PT Banyan Koalindo Lestari. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab ketidaksesuaian, dampak yang ditimbulkan, serta memberikan solusi yang dapat diterapkan guna meningkatkan efektivitas operasional tambang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana ketercapaian penambangan pada pengupasan *Overburden* dan batubara di *Pit* Selatan PT Banyan Koalindo Lestari pada bulan Juni 2024?
2. Apa faktor penyebab ketidaksesuaian dapat terjadi pada hasil penambangan di *Pit* Selatan pada *site* PT. Banyan Koalindo Lestari?
3. Bagaimana dampak yang ditimbulkan dan upaya yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi nya?

1.3 Batasan masalah

1. Fokus pada perencanaan tambang jangka pendek (bulanan) untuk pengupasan *Overburden* dan batubara di *Pit* Selatan PT Banyan Koalindo Lestari selama bulan Juni 2024.
2. Tidak menghitung aspek biaya produksi (keekonomisan tambang).
3. Penelitian ini hanya dilakukan pada area *Pit* Selatan pada *site* PT. Banyan Koalindo Lestari.
4. Tidak membahas permasalahan *dewatering* dan penyaliran tambang

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi ketercapaian target produksi *Overburden* dan batubara terhadap realisasi penambangan di lapangan pada bulan Juni 2024.

2. Mengetahui faktor-faktor penyebab ketidaktercapaian rencana penambangan berdasarkan *Mine Plan Design* bulan juni 2024 terhadap realisasi penambangan di lapangan.
3. Mengetahui dampak yang ditimbulkan dan upaya yang dapat dilakukan untuk mengantisipasinya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan cara untuk mengetahui antara realisasi aktual di lapangan dengan *Mine Plan Design*.
2. Mencegah penyebab-penyebab tidak tercapainya *Mine Plan Design* agar penambangan dapat berjalan sesuai dengan rencana, agar terciptanya *Good Mining Practice*.
3. Mencegah dampak yang lebih besar dari peningkatan *stripping ratio*, agar dapat ditangani secara dini agar tidak menimbulkan dampak yang lebih besar yang dapat merugikan perusahaan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Analisa Realisasi Rencana Penambangan

2.1.1 Perencanaan Tambang

Perencanaan tambang merupakan salah satu hal penting dilakukan di dalam kegiatan pertambangan. Perencanaan sebagai penentuan persyaratan secara teknis, sasaran beserta urutan kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (Prodjosumarto, 2004). Perencanaan tambang meliputi perencanaan lokasi penambangan hingga perencanaan alat utama dan alat penunjang yang digunakan sehingga perlu mempertimbangkan seberapa besar produksi alat-alat yang digunakan. Salah satu alat tambang utama yang sering digunakan adalah alat gali muat. Perencanaan tambang dikenal juga dengan istilah perancangan tambang atau *Mine Plan Design* (MPD). *Mine Plan Design* adalah bagian dari suatu proses perencanaan tambang yang berhubungan dengan geometrik (Arif, 2007).

Mine Plan Design menjelaskan tahapan-tahapan penambangan dengan tujuan merancang bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) untuk memproduksi bahan galian. Perancangan penambangan terbagi menjadi unit-unit perencanaan yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola. Hal ini akan meminimalisir masalah perancangan tambang tiga dimensi yang kompleks menjadi lebih sederhana (Alpiana, 2011).

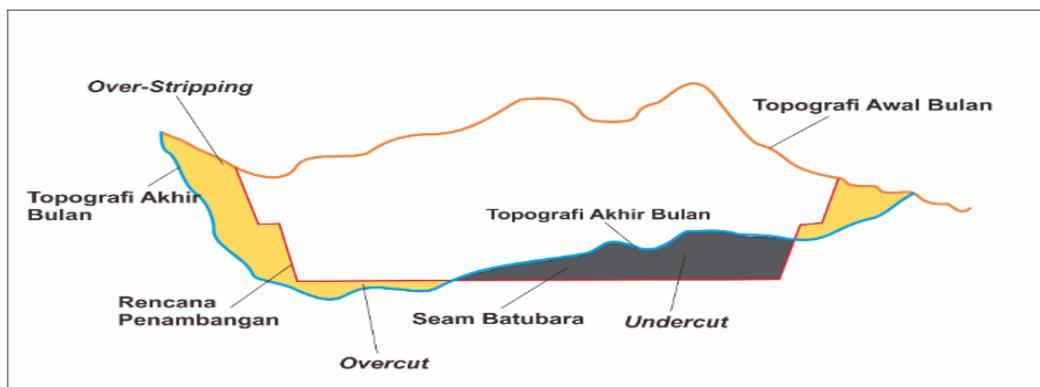
Perencanaan tambang apabila dilakukan dengan baik dan didampingi dengan sistem manajemen yang baik maka akan berdampak pada operasional kerja yang bagus dan memenuhi standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Beberapa hal yang harus diketahui dalam perencanaan tambang khususnya tambang terbuka diantaranya adalah bahan galian yang ditambang, besar target produksi yang ditetapkan, keberadaan bahan galian tersebut, bentuk dan penyebaran bahan galian, posisi bahan galian terhadap permukaan topografi, sarana dan prasarana yang telah ada di sekitar daerah keberadaan bahan galian, keadaan lingkungan dan sosial masyarakat sekitar dan lain sebagainya (Indonesianto dkk, 2007).

2.1.2 Evaluasi Realisasi Rencana Penambangan

Kenyataan di lapangan, sering kali ditemukan adanya ketidaksesuaian antara perencanaan tambang dan kondisi aktual di lapangan (Musmualim dkk, 2015). Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh berbagai macam faktor. Ketidaksesuaian ini

tentu saja berdampak pada rencana penambangan selanjutnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode praktis yang dapat digunakan untuk mengevaluasi realisasi penambangan di lapangan tersebut terhadap rencana penambangan. Rekonsiliasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi perencanaan tambang tersebut (Simaremare, 2013).

Rekonsiliasi adalah pencocokan dua hal yang mempunyai hubungan satu dengan yang lain. Rekonsiliasi penambangan merupakan pencocokan antara *Mine Plan Design* dalam perencanaan tambang terhadap realisasi di lapangan (Syahputra, 2012). Proses rekonsiliasi antara *Mine Plan Design* dengan realisasi di lapangan dapat dibantu dengan menggunakan *Software*, misalnya *MineScope* (Simaremare, 2012). Rekonsiliasi menggambarkan perbandingan antara *Mine Plan Design* dengan realisasi di lapangan dimana terdapat beberapa istilah dalam rekonsiliasi penambangan yaitu antara lain *In Of Plan*, *Unfinished Plan (Undercut)* dan *Overstripping*. *In Of Plan* merupakan penggalian yang sesuai dengan rencana penambangan. merupakan kelebihan penggalian secara vertikal (melebihi *request level*). *Overstripping* merupakan kelebihan penggalian secara horizontal (melebihi batas). *Unfinished Plan (Undercut)* merupakan kekurangan penggalian secara vertikal atau penggalian yang tidak terselesaikan (Gambar 1).



Gambar 1. Rekonsiliasi Penambangan Antara Rencana Penambangan Dengan Realisasi di Lapangan (Chabibi,2013)

Garis biru adalah kondisi atau topografi awal bulan, garis hijau menunjukkan batas rencana penambangan, dan garis coklat menunjukkan kondisi atau topografi akhir bulan atau batas realisasi penambangan. Daerah yang berada diantara batas *Mine Plan Design* dan realisasi penambangan disebut *Unfinished Plan (Undercut)*.

Sedangkan daerah yang sudah ditambang namun berada diluar batas *Mine Plan Design* disebut .

Proses identifikasi daerah *In Of Plan*, , dan *Undercut (unfinished plan)* terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut (Simaremare, 2013):

1. Membuat perpotongan antara *Mine Plan Design* awal periode (awal bulan) dengan realisasi kemajuan tambang akhir periode (akhir bulan).
2. Daerah perpotongan antara kemajuan tambang dan *Mine Plan Design* yang berada diluar batas *Mine Plan Design* merupakan daerah *Overstripping* atau *Overboundary*.
3. Daerah yang telah dilakukan penggalian dan berada di dalam batas *Mine Plan Design* merupakan daerah *In Of Plan*.
4. Daerah yang berada di luar batas kemajuan tambang namun masih dalam lingkup *Mine Plan Design* merupakan daerah *Unfinished Plan/Undercut*.

2.2 Faktor-faktor yang Menyebabkan Ketidaktercapaian *Mine Plan Design* Terhadap Realisasi Penambangan di Lapangan

Faktor yang mempengaruhi produksi yaitu waktu kerja efektif, berat jenis material, faktor pengisian *Bucket*, jumlah pengisian *Bucket*, waktu edar, efisiensi kerja, dan penjadwalan operasi penggalian dan pengangkutan untuk memproduksi batubara. Penambahan jam jalan alat dapat dilakukan untuk meningkatkan pencapaian produksi.

2.2.1 Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif adalah dimana waktu kerja operator dan alat benar-benar beroperasi atau memproduksi. Waktu kerja efektif ini adalah hasil dari waktu kerja tersedia yang telah dikurangi oleh waktu hambatan terdiri dari waktu hambatan dapat dihindari dan waktu hambatan yang tidak dapat dihindari. Waktu kerja efektif berpengaruh terhadap efisiensi kerja alat. Tetapi pada kenyataan waktu kerja efektif dipengaruhi oleh faktor-faktor kesedian alat itu sendiri sedangkan faktor-faktor kesedian alat ini dipengaruhi oleh waktu hambatan antara lain (Nurwaskito, 2015):

- a. Waktu hambatan yang dapat dihindari
 - 1) Keterlambatan operator
 - 2) Berhenti bekerja lebih awal

- 3) Istirahat lebih awal
 - 4) Istirahat melewati jam istirahat
 - 5) Pengecekan alat dan pemanasan mesin
- b. Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari
- 1) Pengisian bahan bakar
 - 2) Alat mengalami masalah
 - 3) Cuaca yang kurang baik

2.2.2 Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas alat gali muat didapatkan dari banyaknya material yang dapat digali dan dimuat dibagi dengan waktu edar (*Cycle Time*) dari alat gali muat tersebut Persamaan 1 (Indonesianto, 2005).

$$Q = \frac{KB \times BF \times 3600 \times FK}{CT} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- Q = Produksi per jam (m^3 /jam)
 KB = Kapasitas *Bucket* (m^3)
 BF = *Bucket fill factor*
 CT = Waktu edar (detik)
 FK = Faktor koreksi

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut

Produktivitas alat mekanis (termasuk *Excavator*) dipengaruhi oleh waktu edar (*Cycle Time*), material dan faktor efisiensi atau faktor koreksi (Nabar, 1998). Waktu edar sangat berpengaruh terhadap produksi kerja alat gali muat karena waktu edar adalah faktor penentu dalam menghitung jumlah *trip* atau *rit* yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja (Nabar, 1998). Tanah atau material yang digali akan mengalami perubahan karena sifat yang ada pada tanah tersebut. Semakin keras tanah maka semakin sulit penggalian yang dilakukan. Sedangkan besarnya nilai faktor koreksi total dipengaruhi oleh *skill operator*, *machine availability* dan efisiensi kerja (Tenriajeng, 2003). Faktor efisiensi akan berpengaruh terhadap kinerja alat, operator maupun waktu yang dipakai dalam melakukan penggalian. Faktor efisiensi kerja harus diperhitungkan dalam setiap membuat perhitungan produksi kerja alat gali muat (Nabar, 1998).

2.2.4 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar merupakan waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus pekerjaan (Ilahi, 2014). Setiap alat memiliki komponen waktu edar yang berlainan. Besar kecilnya waktu edar tergantung pada jumlah komponen yang ada dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing komponen tersebut. Secara garis besar waktu edar alat mekanis dibagi menjadi waktu tetap (*fixed time*) dan waktu tidak tetap (*variable time*) (Nabar, 1998). Waktu tetap adalah waktu yang diperlukan untuk gerakan yang bersifat tetap. Waktu tetap ditentukan oleh pabrik pembuat alat mekanis tersebut dan secara umum berlaku untuk setiap kondisi kerja. Waktu tetap *Excavator* adalah pada saat mengayun (*swing*) dalam keadaan berisi bahan galian ataupun tidak sedangkan waktu tetap pada *dump truck* adalah waktu saat *dump truck* mengeluarkan material dari baknya (waktu *dumping*). Waktu *variable* adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan yang bersifat tidak tetap dan tergantung daripada kondisi pekerjaan. Waktu *variable Excavator* adalah pada saat penggalian (*digging*) karena sifat material seperti kekerasannya akan berpengaruh pada waktu penggaliannya.

Waktu edar alat gali muat yaitu waktu yang diperlukan alat gali muat dalam melakukan pemuatan material ke dalam alat angkut dalam satu siklus yang terdiri dari waktu menggali (*digging*), waktu mengayun isi (*swing loaded*), waktu menumpahkan material (*dumping*), dan waktu mengayun kosong atau *swing empty* (Komatsu, 2009). Waktu edar alat gali muat diperoleh dengan cara menjumlahkan total waktu tetap dan total waktu variabel alat mekanis tersebut.

$$CTm = Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 + Tm_4 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

CTm = Total waktu edar alat muat (detik)

Tm_1 = Waktu untuk mengisi muatan (detik)

Tm_2 = Waktu ayunan bermuatan (detik)

Tm_3 = Waktu untuk menumpahkan muatan (detik)

Tm_4 = Waktu ayunan kosong (detik)

2.2.5 Jenis Material dan Perubahan Volume

1. Jenis-jenis material

Material yang meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar, dan

alang-alang) dimana semuanya mempunyai sifat dan karakteristik masing-masing yang mempunyai pengaruh yang besar terhadap alat berat termasuk alat gali muat (Tenriajeng, 2003). Khusus mengenai *digging* material, harus diketahui mudah atau tidaknya material tersebut digali dan ditangani (Indonesianto, 2005). Jenis material mempengaruhi produktivitas alat. Semakin sukar material digali maka semakin rendah produktivitas alat. Penggolongan material berdasarkan atas kemudahannya digali ada empat macam:

- a) *Soft or easy digging*, misalnya *top soil*, pasir.
- b) *Medium hard digging*, misalnya lempung (*clay*).
- c) *Hard digging*, misalnya batu sabak, konglomerat, breksi.
- d) *Very hard digging*, memerlukan pemboran dan peledakan sebelum dapat digali, misalnya andesit, batu gamping.

a. *Bucket Fill Factor*

Bucket Fill Factor merupakan perbandingan antara volume material nyata yang terdapat di *Bucket* dengan volume kapasitas *Bucket* teoritis pada alat gali muat. *Bucket Fill Factor* dinyatakan dalam persentase. Nilai *Bucket Fill Factor* dapat di hitung dengan Persamaan sebagai berikut:

$$BFF = \frac{Vb}{Vd} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

BFF = *Bucket Fill Factor* (%)

Vb = jumlah volume material nyata dalam *Bucket* (m³)

Vd = jumlah volume material secara teoritis dalam *Bucket* (m³)

b. *Swell Factor*

Menurut (Tanriajeng, 2003), *Swell Factor* merupakan perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material dari bentuk aslinya. Faktor perubahan tersebut terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Keadaan asli (*Bank Condition*) yaitu material yang masih alami belum ada gangguan dan ukurannya dinyatakan dalam BCM (*Bank Cubic Meter*).
2. Keadaan gembur (*Loose Condition*) yaitu material dalam keadaan pengalihan atau dalam pengerjaan dan ukurannya dinyatakan dalam LCM (*Loose Cubic Meter*).

3. Keadaan padat (*Compact Condition*) yaitu merupakan material dalam keadaan ditimbun kembali dan disertai usaha pemadatan dan ukuranya dinyatakan dalam CCM (*Compact Cubic Meter*).

4. Untuk menyatakan besarnya pengembangan volume digunakan rumus sebagai berikut :

$$SF = \frac{\text{Loose Density}}{\text{Bank Density}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

SF = *Swell Factor (%)*

Loose Density = Massa jenis material *loose*

Bank Density = Massa jenis material *insitu*.



Gambar 2. Keadaan Material
(sumber:Tariajeng, 2003)

Pengembangan material adalah perubahan volume apabila material tersebut digali dan dipindahkan dari tempat aslinya. Angka angka faktor pengembang material terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bobot Isi dan Faktor Pengembangan Material

Macam Material	Bobot isi (<i>density</i>) <i>lb/cu yd (in-situ)</i>	<i>Swell Factor</i> <i>(in-bank correction factor)</i>
Bauksit	2700-4325	0,75
Tanah liat, kering	2300	0,85
Tanah liat, basah	2800-3000	0,74
Antrasit (<i>anthracite</i>)	2200	0,74
Bituminus	1900	0,74

<i>(bituminous coal)</i>		
Bijih Tembaga <i>(copper ore)</i>	3800	0,74
Tanah biasa, kering	2800	0,85
Tanah biasa, basah	3370	0,85
Tanah biasa, bercampur pasir, dan kerikil <i>(gravel)</i>	3100	0,90
Kerikil kering	2350	0,89
Kerikil basah	3600	0,88
Granit, pecah pecah	4500	0,67-0,56
Hemtit, pecah-pecah	6500-8700	0,45
Bijih besi <i>(iron ore)</i>	3600-5500	0,45
Batu kapur, pecah-pecah	2500-4200	0,83
Lumpur	2160-2970	0,83
Lumpur sudah ditekan	2970-3510	0,83
Pasir, kerikil	2200-3250	0,83
Pasir, basah	3300-3600	0,88
Serpih <i>(shale)</i>	3000	0,75
Batusabak <i>(slate)</i>	4590-4860	0,77

2.2.6 Faktor Koreksi

Besarnya nilai faktor koreksi (total) dalam perhitungan produktivitas alat gali muat diantaranya adalah *skill* operator, efisiensi kerja, dan *machine availability* (Tenriajeng, 2003).

1. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu produktif dengan waktu kerja yang tersedia (Komatsu, 2009). Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-benar digunakan untuk operator bersama alat yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksi (Pramana dkk, 2015). Besarnya waktu yang tersedia ini dalam kenyataannya belum dapat digunakan seluruhnya untuk produksi (kurang dari 100%). Hal ini disebabkan karena adanya hambatan-hambatan yang terjadi

selama alat mekanis tersebut berproduksi diantaranya adalah keadaan alat (*mechanical condition*), keadaan medan kerja (*operating condition*) dan sifat-sifat manusianya sendiri sebagai operator (Indonesianto, 2005). Besarnya nilai efisiensi kerja sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional peralatan (Tabel 2).

Tabel 2. Efisiensi Kerja Berdasarkan Kondisi Operasional Alat

Kondisi Operasi	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Normal – Sedang	0,75
Kurang Baik	0,67
Buruk	0,58

(Tenriajeng, 2003)

2. Ketersediaan alat

Faktor kesediaan alat mekanis merupakan faktor yang menunjukkan kondisi dan kinerja alat mekanis dengan memperhitungkan waktu yang hilang pada saat melakukan kerja (Zega, 2016). Misalnya dalam melakukan penjadwalan terhadap *Excavator* maka bila sudah diketahui bahwa *Excavator* tersebut mempunyai *availability factor* sebesar 85% maka dalam melakukan penjadwalan setiap 100 *shift* yang 85 *shift* untuk produksi (*available for production*) dan yang 15 *shift* adalah waktu yang hilang untuk perbaikan. Cara mengetahui besarnya faktor kesediaan alat dapat menggunakan persamaan (Indonesianto, 2005) :

a. Kesediaan mekanis (*Mechanical Availability, MA*)

Mechanical availability adalah faktor *availability* yang menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat (Indonesianto, 2005). Secara matematis *mechanical availability* merupakan perbandingan antara *working hours* dan penjumlahan *working hours* serta *repairs hours* yang ada.

$$MA = \frac{w}{w+R} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

W = *Working hours*

R = *Repair*

Working hours atau *operation hours* dimulai dari operator berada di satu alat dan alat tersebut berada dalam kondisi *operable* (mesin dan bagian-bagian lain siap

dipakai untuk melaksanakan operasi). *Working hours* dapat diketahui dari pencatatan pada *operator time card* atau *hour meter* alat. *Working hours* termasuk *Delay Time* (Indonesianto, 2005). *Delay Time* atau waktu tunda sendiri meliputi:

- 1) Kehilangan waktu saat dari dan menuju tempat kerja
- 2) *Moving time*
- 3) Waktu untuk lubrikasi, pengisian bensin dan pemeliharaan alat
- 4) Kehilangan waktu disebabkan kondisi cuaca
- 5) Waktu untuk *safety meeting*
- 6) Dan lain sebagainya

b. Ketersediaan penggunaan alat (*Use of availability, UA*)

Use of Utilization adalah nilai yang menunjukkan persentase waktu yang digunakan oleh alat untuk beroperasi pada saat alat dapat digunakan. Dapat dirumuskan:

$$UA = \frac{w}{w+S} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

W = waktu kerja efektif

S = waktu *standby*

c. Ketersediaan fisik (*Physical availability, PA*)

Physical Availability adalah nilai yang menunjukkan persentase tersedianya alat untuk beroperasi dengan memperhitungkan waktu yang hilang disebabkan selain sebab mekanis seperti hujan, kemampuan operator, jalan rusak, istirahat, dll. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$PA = \frac{w+S}{w+S+R} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

W = waktu kerja efektif

S = waktu *standby*

R = *Repair*

d. Penggunaan efektif (*Effective utilization, EU*)

Penggunaan efektif atau efektivitas kerja adalah angka persentase penggunaan keseluruhan dari suatu alat (Indonesianto, 2005) berdasarkan perbandingan waktu kerja dan waktu tersedia. *Effective utilization* sangat mirip dengan *used of*

availability dan berbeda hanya dalam hubungan *hours worked* dengan total *hours* dibandingkan dengan *availability hours*. Faktor ini menunjukkan penggunaan alat dalam waktu tersedia untuk kegiatan produksi. (Indonesianto, 2005).

$$EU = \frac{w}{w+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

W = waktu kerja efektif

S = *Standby hours*

R = *Repair hours*

2.2.7 Keadaan Cuaca

Keadaan cuaca juga akan berpengaruh pada produktivitas alat mekanis yang digunakan, seperti di Indonesia yang menghambat pekerjaan adalah musim hujan sehingga hari kerja menjadi pendek (Indonesianto, Y, 2005). Hujan yang sangat lebat juga akan menyebabkan rusaknya jalan produksi yang akan menimbulkan *Slippery* sehingga menyebabkan alat - alat tidak dapat bekerja dengan baik dan perlu pengeringan (*drainase*) dan perawatan yang baik. Sebaliknya pada musim kemarau, akan timbul banyak debu yang dapat mengganggu kegiatan produksi. Selain itu panas atau dingin yang berlebihan juga akan mengurangi efisiensi mesin-mesin yang digunakan.

2.3 Pengaruh Ketidaktercapaian *Mine Plan Design* Terhadap Realisasi Penambangan Di Lapangan

Musmalim (2015) menyatakan bahwa pengaruh adanya ketidaksesuaian kegiatan penambangan di lapangan dengan *Mine Plan Design* atau sekuen yang telah dibuat adalah meningkatnya nisbah pengupasan (*stripping ratio*). Peningkatan *Stripping Ratio* akan menyebabkan beban volume material yang dikupas untuk mengekspos batubara di bulan-bulan berikutnya akan meningkat. *Stripping Ratio* (nisbah pengupasan) menunjukkan perbandingan antara volume tanah penutup dengan volume batubara yang digali atau perbandingan antara besarnya tonase tanah penutup (*Overburden*) yang dikupas dengan besarnya tonase batubara yang digali (Suardi, 2012). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$SR = \frac{\text{Jumlah overburden yang dikupas}}{\text{Jumlah batubara yang digali}} \dots\dots\dots(11)$$

Di beberapa kasus dalam perhitungan *Stripping Ratio* besarnya satuan pengupasan *Overburden* dan penggalian batubara adalah sama. Akan tetapi, dalam aplikasinya satuan pengupasan *Overburden* dan penggalian batubara dapat berbeda, yang mana satuan pengupasan *Overburden* dalam BCM sedangkan satuan penggalian batubara adalah ton (Thompson, 2005).

2.4 Upaya Untuk Mengatasi Dampak Akibat Ketidaktercapaian *Mine Plan Design* Terhadap Realisasi Penambangan di Lapangan

2.4.1 Indikator Waktu Kerja Efektif

Menurut (Wicaksono & Linarti, 2021) Produktivitas yang dihasilkan tidak mencapai target yang diinginkan. Tidak tercapainya target disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain *Lost Time* dan *Breakdown time*. *Lost Time* dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu hambatan yang dapat dihindari saat bekerja dan hambatan yang tidak dapat dihindari saat bekerja.

Untuk dapat mengetahui ketidaksesuaian waktu kerja setiap alat gali muat maka dibutuhkan waktu kerja aktual dari alat gali muat tersebut serta target waktu kerja yang ingin dicapai. Dengan membandingkan waktu kerja aktual dan target waktu kerja alat gali muat serta mengalikannya dengan 100% maka didapatkan persentase ketidaksesuaian waktu kerja dari alat gali muat tersebut (Kusmana et al., 2021). Perbaikan waktu kerja efektif dari penggunaan alat gali muat dilakukan dengan menekan waktu kerja yang hilang karena adanya hambatan yang dapat dihindari saat bekerja. Meningkatnya waktu kerja efektif diharapkan nilai *utilization* dari masing-masing alat gali muat dapat meningkat (Wicaksono & Linarti, 2021). Menurut (Kusmana et al., 2021) hasil aktual di lapangan memperlihatkan bahwa *used of availability* (UA) memiliki hubungan lebih kuat terhadap produksi daripada *Physical Availability* (PA) baik untuk alat gali muat. Hal ini sesuai dengan konsep dimana apabila alat gali muat dalam keadaan baik dan dapat digunakan 100% maka variabel yang paling berpengaruh adalah *used of availability* (UA).

2.4.2 Faktor Pengawasan

Pengawasan terhadap kinerja operator juga dapat berpengaruh terhadap produktivitas dari alat mekanis yang digunakan, karena alat-alat yang mendapat pengawasan pada saat melakukan aktivitas penambangan cenderung memiliki

tingkat produktivitas yang lebih besar dibandingkan alat-alat yang tidak mendapat pengawasan. Oleh karena itu, dibutuhkan keberadaan pengawas lapangan (*field supervisor*) yang mengerti mengenai aktivitas penambangan yang benar sehingga dapat membuat alat yang digunakan memiliki tingkat produktivitas yang diinginkan.

2.5 Penelitian Terdahulu

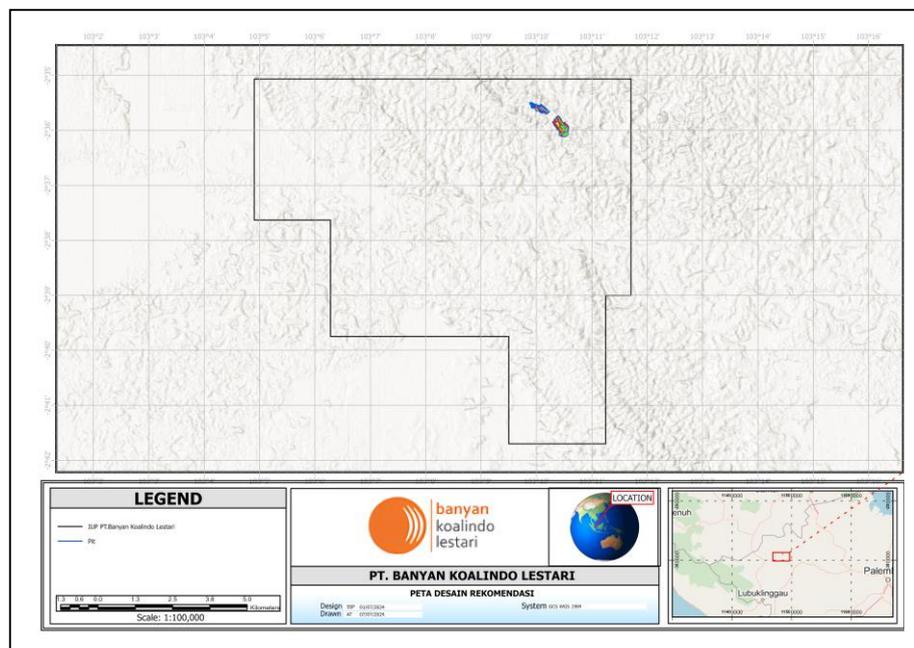
No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil
1	Musmualim, Eddy Ibrahim, dan Fuad Rusydi Suwardi (2014)	Rekonsiliasi Pertambangan Antara Rencana Penambangan Bulanan Dengan Realisasi di Tambang Swakelola B2 PT. Bukit Asam (PERSERO). TBK.	Masalah pada penelitian yang dilakukan dikarenakan sering terjadinya perbedaan antara rencana penambangan dengan realisasi aktual dilapangan. Upaya dalam mengatasi hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan evaluasi faktor penyebab terjadinya rekonsiliasi penambangan. Faktor penyebab ketidaksesuaian antara rencana penambangan dengan realisasi disebabkan oleh faktor kinerja alat gali muat yang digunakan tidak optimal dan faktor pengawasan akibat sering hilangnya patok-patok Elevasi. Upaya yang bisa dilakukan dengan penjadwalan ulang penggunaan alat gali muat dan meningkatkan pengawasan.
2	Abdul Hakim, Marselinus Untung Dwiatmoko, Sari Melati (2020)	Review Kemajuan Tambang Bulan November 2019 dan Perencanaan Tambang Bulan Desember 2019 di Tambang Terbuka Batubara	Masalah penelitian memperlihatkan hasil bahwa kegiatan penambangan sering terjadi adanya tidak kesesuaian antara rencana dengan kondisi aktual di lapangan, ketidaksesuaian ini ditemukan setelah dilakukan rekonsiliasi diakhir progres(bulan), ketidaksesuaian terjadi mencakup , <i>Undercut,over</i>

			stripping. Hasil yang ditemukan bahwa Terjadinya pada desain topografi pit. Upaya penulis dalam penelitian ini yaitu merencanakan penambangan serta melakukan jumlah alat gali muat, alat angkut dan alat <i>support</i> yang digunakan pada kegiatan penambangan.
3	Didan Ramaddandy, Rizto Salia Zakri (2021)	Rekonsiliasi Rencana <i>Sequence</i> Penambangan dengan Realisasi di Pit X pada Bulan Mei2021 di PT. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan	Permasalahan pada penelitian ini dikarenakan terdapat ketidaksesuaian dari hasil penambangan dengan rencana penambangan. Hasil dari penelitian ini terdapat ketidaksesuaian berupa <i>Undercut</i> di beberapa penelitian penggalian, ketidaksesuaian ini didapat dari hasil <i>Overlay</i> rencana penambangan dengan realisasi aktual. Upaya dalam penelitian ini dalam meminimalisir ketidaksesuaian yaitu dengan melakukan penggantian alat gali muat pada kedua <i>fleet</i> dan meningkatkan pengawasan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

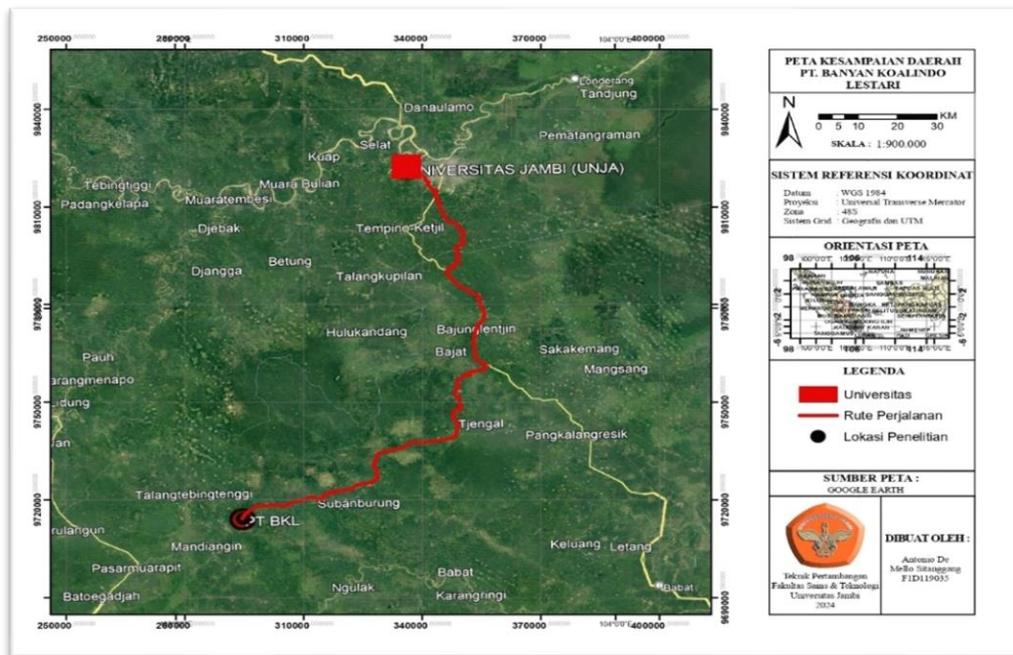
3.1 Profil Lokasi Penelitian

PT Banyan Koalindo Lestari berdiri sejak tahun 2006 sebagai perusahaan yang berfokus pada pertambangan batubara. Berdasarkan Surat Keputusan Bupati Musi Rawas Nomor 31/KPTS/DISTAMBEN/2010, perusahaan ini memperoleh Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP OP) dengan luas wilayah 10.980 hektar dan kode KW. 10 APP 002. Pada tahun 2019, perusahaan ini diakuisisi oleh anak perusahaan PT PLN (Persero), yaitu PT PLN Batubara Investasi.



Gambar 3. Peta Izin Usaha Pertambangan PT Banyan Koalindo Lestari

Berdasarkan Gambar 3 PT Banyan Koalindo Lestari berada di wilayah Desa Beringin Makmur II, Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan.



Gambar 4. Peta Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian Tugas Akhir (TA) dilaksanakan di PT Banyan Koalindo Lestari. PT Banyan Koalindo Lestari berada di Desa Beringin Makmur II, Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan

Berdasarkan peta kesampaian daerah PT Banyan Koalindo Lestari, dapat dilihat pada Gambar 4 perjalanan menuju PT Banyan Koalindo Lestari ditempuh melalui jalur darat. Perjalanan dimulai dari universitas jambi melalui bayung lincir hingga menuju daerah B80 yang memakan waktu tempuh ± 2 jam, 20 menit, dari B80 hingga PT. Banyan Koalindo Lestari dilanjutkan lagi perjalanan menggunakan mobil dengan waktu tempuh ± 3 jam 30 menit perjalanan

3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di PT. Banyan Koalindo Lestari (BKL) di wilayah Desa Beringin Makmur II, Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan. pada bulan juni sampai bulan juli 2024. Untuk rincian rencana penelitian dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Juni 2024				Juli 2024	Keterangan
		Minggu Ke				Minggu Ke	
		1	2	3	4	1	
1	Studi Literatur						Mencari teori-teori yang telah ada untuk menunjang pelaksanaan penelitian.
2	Pengambilan Data						Melakukan pengambilan data yang dibutuhkan dalam penelitian
3	Pengolahan Data						Melakukan pengolahan data penelitian
4	Penyusunan Laporan						Melakukan penyusunan laporan

3.3 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur dan data-data lapangan yang berkaitan dengan penelitian sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan referensi berupa teori dan rumusan yang berkaitan dengan rencana penambangan, pemindahan tanah

mekanis, dan ketersediaan alat gali muat. Bahan referensi yang digunakan adalah buku, jurnal ilmiah, *handbook*, dan arsip dari PT. Banyan Koalindo Lestari.

2. Penelitian di Lapangan

1. Pelaksanaan penelitian di lapangan akan dilakukan beberapa tahap. Pengambilan data yang dilakukan berupa data primer dan data sekunder. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Data primer.

Data primer adalah sumber data kajian teknis yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan di lapangan, meliputi:

- 1) Data *Cycle Time* alat yang digunakan, data *Cycle Time* alat gali muat dan alat angkut diambil dengan menggunakan alat bantu yaitu *stopwatch*. Data *Cycle Time* diambil dengan cara mengamati kegiatan penggalian di *front* penambangan. Jumlah data *Cycle Time* yang diambil yaitu sebanyak 30 data untuk masing-masing jenis alat. Komponen *Cycle Time* yang diambil adalah waktu penggalian yang dimulai ketika *Bucket* menyentuh permukaan tanah sampai sesaat ketika *Bucket* diangkat naik (*digging time*), waktu *swing* isi yang dimulai ketika selesai proses penggalian (*digging*) sampai sesaat ketika hendak dumping. Komponen waktu berikutnya adalah *dumping time* yang dimulai ketika material mulai jatuh ke *Vessel* alat angkut sampai *Bucket* benar-benar dalam keadaan kosong (*dumping time*). Komponen waktu yang terakhir adalah *swing* kosong yang dimulai sejak *Bucket* kosong hingga *Bucket* kembali menyentuh tanah untuk proses *digging*.
- 2) Data jumlah *fleet* yang tersedia, data jumlah *fleet* diambil dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan berapa jumlah *fleet* yang digunakan oleh PT. Banyan Koalindo lestari
- 3) Data kondisi Lapangan, mengetahui situasi lapangan secara aktual.
- 4) Hambatan - hambatan operasional, melihat hambatan - hambatan yang terjadi pada saat operasional penambangan seperti *delay*, *fleet management* yang tidak sesuai yang di lihat langsung di lapangan.

2. Data Sekunder

Data yang berasal dari literatur dan data perusahaan yang menunjang dalam penelitian, meliputi:

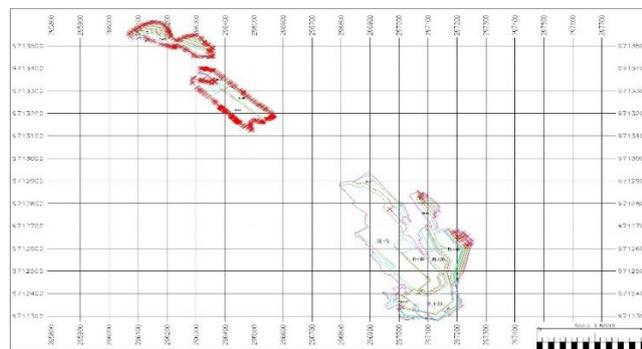
- 1) Perencanaan tambang jangka pendek pada bulan Juni 2024, diperoleh dari Departemen *Mine Plan* PT. Banyan Koalindo lestari
- 2) Peta kemajuan tambang bulan Juni 2024,. Peta kemajuan tambang ini berfungsi sebagai acuan untuk mengetahui ketercapaian produksi dan bentuk ketidaksesuaian antara *Mine Plan Design* dan kondisi aktual dengan cara melakukan *Overlay* kedua peta tersebut.
- 3) Data rencana kerja dan target produksi pada bulan Juni 2024, data ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah hasil pengamatan dan pengolahan data sesuai dengan rencana yang telah dibuat atau tidak. Data rencana kerja dan target produksi diperoleh dari Departemen *Engineering* PT. Banyan Koalindo Lestari
- 4) Data ketersediaan (*availability*) alat pada bulan Juni 2024, data ketersediaan alat diperoleh dari Departemen *Engineering* PT. Banyan koalindo lestari. Data ini berfungsi sebagai faktor koreksi dalam perhitungan produktivitas dengan menggunakan Persamaan yang ada. Selain itu, data ketersediaan alat dapat menjadi faktor yang menyebabkan adanya ketidaksesuaian antara rencana penambangan dan realisasi di lapangan.
- 5) Data gambaran umum perusahaan merupakan data yang berisi profil singkat perusahaan, satuan kerja yang ada di perusahaan tersebut, dan sebagainya.
- 6) Data spesifikasi alat gali yang digunakan, data ini diperoleh dari *handbook* alat berat. Data spesifikasi alat gali muat memberikan informasi mengenai adalah kapasitas *heaped* dari *Bucket* yang digunakan dalam perhitungan produktivitas. Selain itu, memberikan informasi mengenai mesin yang digunakan, bobot alat, dan lain sebagainya
- 7) Data curah hujan bulan Juni 2024, data curah hujan pada bulan maret ini diperlukan untuk mengetahui hambatan karena kondisi cuaca saat operasi penambangan.

- 8) Data jam kerja alat, data jam kerja dibutuhkan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dipakai oleh alat gali muat untuk beroperasi selama satu bulan. Dari data ini juga dapat diketahui waktu *working hours*, *standby*, *repairs* dan waktu kerja efektif dari alat gali muat tersebut. Data jam kerja alat diperoleh dari Departemen *Engineering* PT. Banyan Koalindo Lestari.
- 9) Data *Swell Factor*, data *Swell Factor* dari material diperoleh dari literatur. Data ini digunakan dalam perhitungan produktivitas alat gali muat baik untuk batubara maupun *Overburden*. Selain itu, data *Swell Factor* juga berguna untuk mengetahui kondisi material setelah material tersebut dipindahkan dari lokasi aslinya.
- 10) Data Geologi Model, data geologi model merupakan data yang sudah tersimpan dan terinput di dalam *Software* pertambangan. Data tersebut berguna dalam perhitungan volume baik, *Undercut*, maupun *Overstripping*.

3. Pengolahan Data

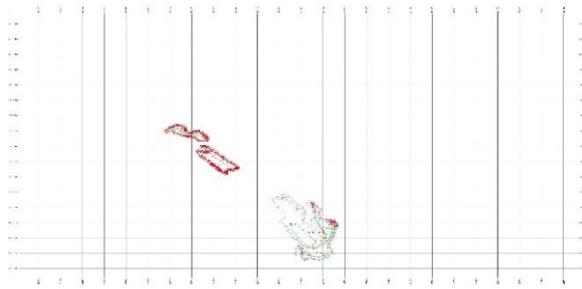
Setelah didapatkan data dari pengamatan di lapangan, data tersebut diolah secara manual melalui dasar teori yang sudah diperoleh dari bahan-bahan pustaka yang menunjang Mengolah data-data lapangan dilakukan dengan beberapa langkah pada *Software* pertambangan yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan file Peta Rencana Penambangan Bulan juni 2024 pada *Software* pertambangan.



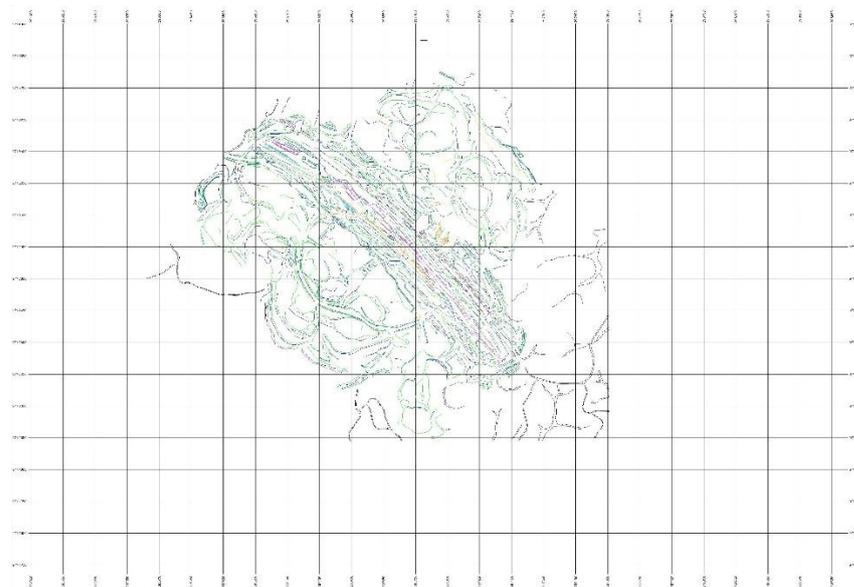
Gambar 5. Peta Rencana Penambangan

2. Memasukkan *file* Peta Situasi Tambang yang telah dibuat *boundary* bulan juni 2024 pada *Software* pertambangan.



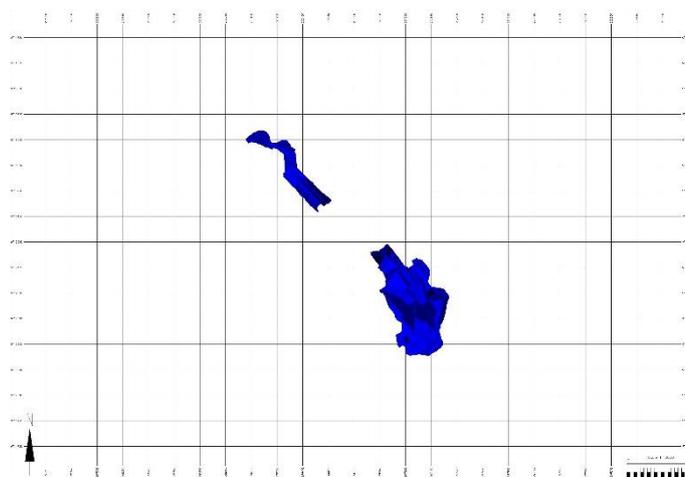
Gambar 6. *Design Plan* yang telah di *Boundry*

3. Memasukkan *countur structure roof* dan *floor* perlapisan batubara pada *Software* pertambangan.

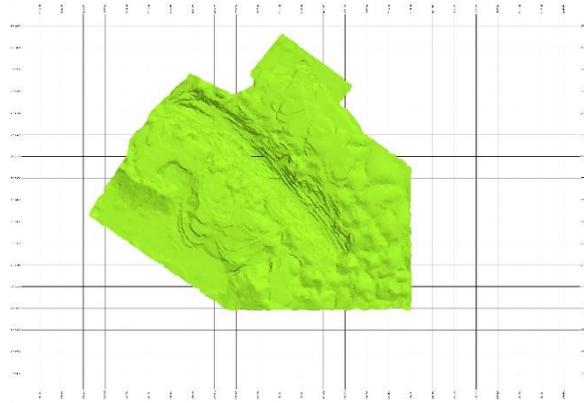


Gambar 7. Kontur Struktur

4. Membuat *triangle* antara peta rencana, realisasi diakhir bulan dan pada *Software* pertambangan.

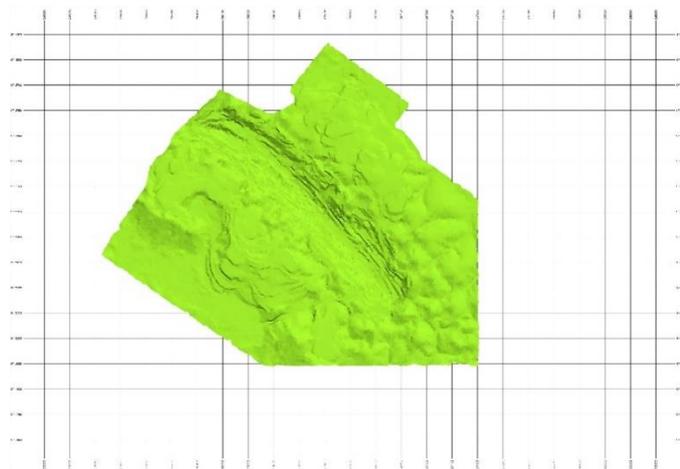


Gambar 8. *Triangel Plan*



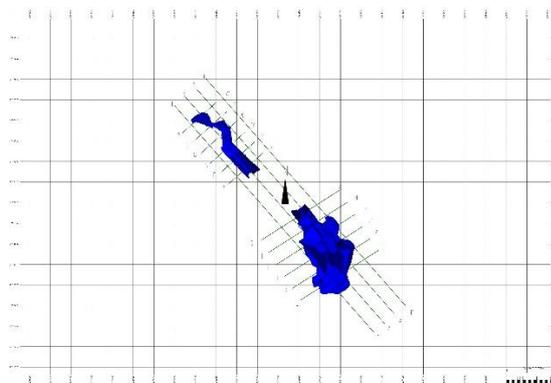
Gambar 9. *Triangle* Realisasi Akhir Bulan

5. Membuat *Overlay* rencana, realisasi dan *countur structure* serta hitung volume yang tertambang dengan menggunakan menu *reserves*, *sample*, dan *polygon* lalu masukkan rencana, realisasi dan *countur structure* pada menu *setup* dan *interval*



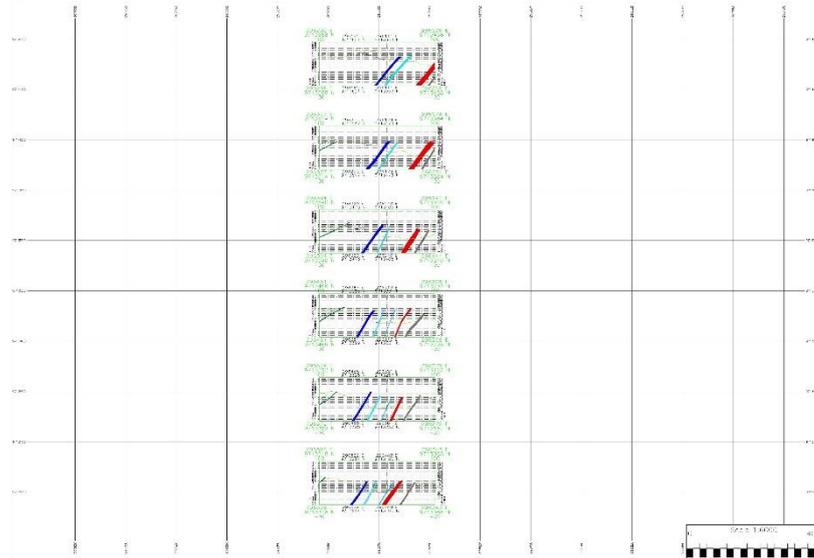
Gambar 10. *Overlay* antara *Plan* dan Keadaan Aktual

6. Membuat sayatan pada area yang ingin diketahui *cross section* pada *Software* pertambangan.



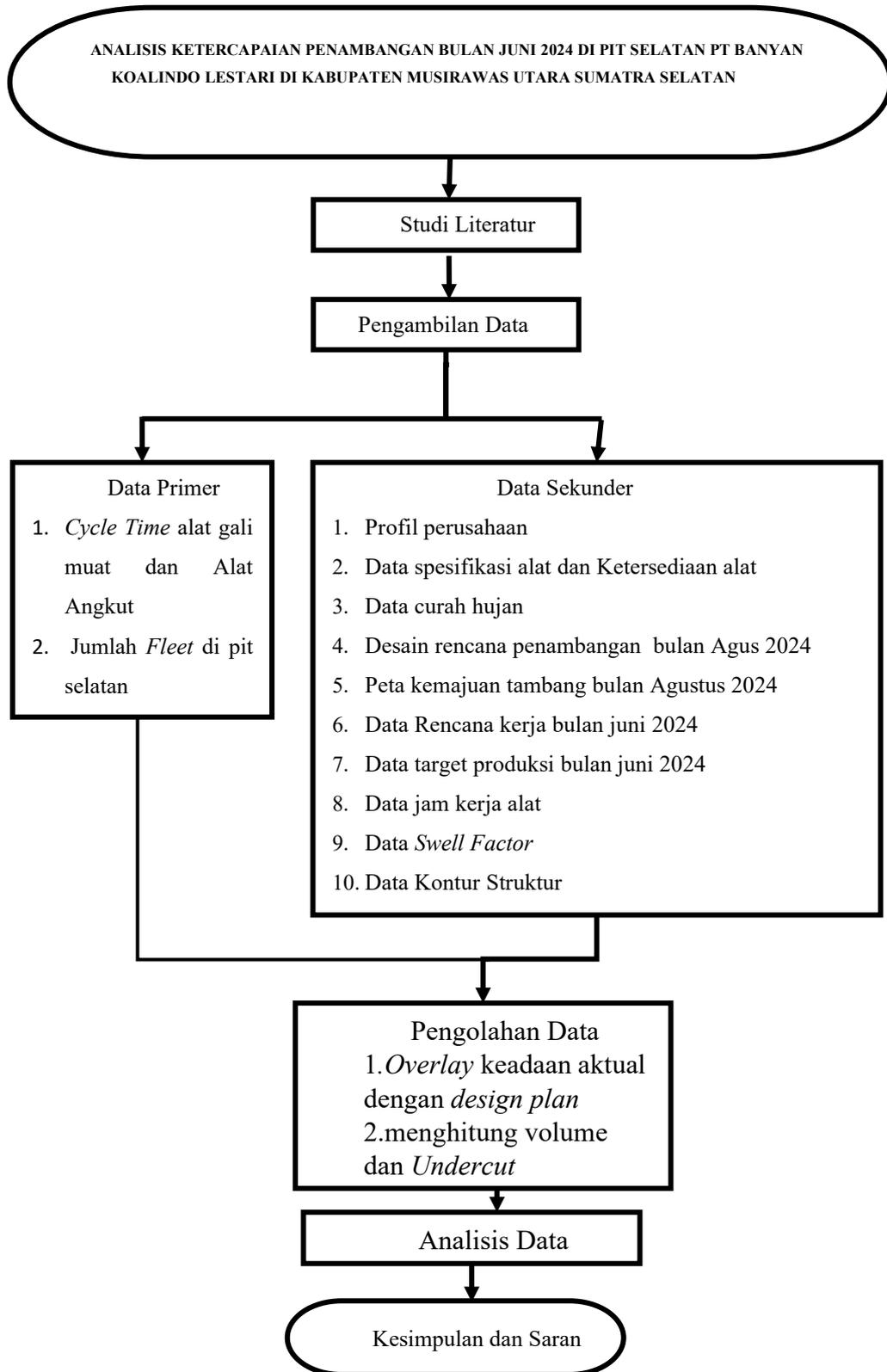
Gambar 11. *Pembagian Section*

7. Membuat *cross section* antara rencana dan realisasi untuk melihat penampang dari samping agar didapat perbedaan Elevasi antara rencana dan realisasi pada *Software* pertambangan



Gambar 12. Tampak Samping

3.4 Bagan Alir Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penerapan kegiatan penambangan, PT. Banyan Koalindo Lestari membuat rencana penambangan bulanan yang disusun untuk mengetahui bagian mana yang akan dilakukan penambangan dengan target produksi tertentu yang nantinya pada akhir bulan akan ditinjau kembali kesesuaian rencana penambangan yang telah dibuat. Untuk mengetahui permasalahan tersebut maka dilakukan analisis sebagai berikut:

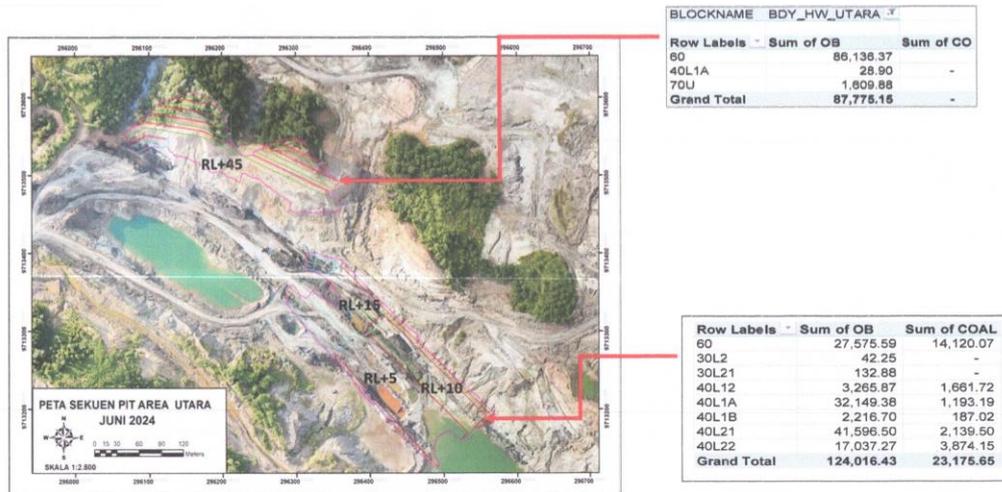
4.1 Analisis Ketercapaian Penambangan Bulan Juni 2024

Rencana penambangan memberikan informasi arah penambangan, baik itu Elevasi penambangan, prioritas kegiatan penambangan, target produksi dan informasi lainnya. Rencana penambangan PT. Banyan Koalindo Lestari untuk setiap bulannya yang terdiri dari rencana penggalian batubara dan pengupasan *Overburden* digambarkan dalam peta satu bulanan. PT. Banyan Koalindo Lestari merencanakan penambangan bulan Juni sebesar 604.660 Bcm untuk *Overburden* dan 87.824 Ton batubara yang akan dikupas dengan *Stripping Ratio* 6,9 (Tabel 2).

Tabel 4.Target Produksi

Material	Target produksi
<i>Overburden</i>	604.660 bcm
Batubara	87.824 ton

Untuk memudahkan tahapan penambangan PT. Banyan Koalindo Lestari membuat peta perencanaan penambangan dalam satu bulan sebagai acuan untuk kegiatan penambangan yang akan dilakukan. Untuk peta perencanaan penambangan dibagi menjadi 2 blok penambangan. Peta perencanaan penambangan bulan juni 2024 PT. Cahaya Riau Mandiri *site* PT. Banyan Koalindo Lestari dapat dilihat pada gambar 5.



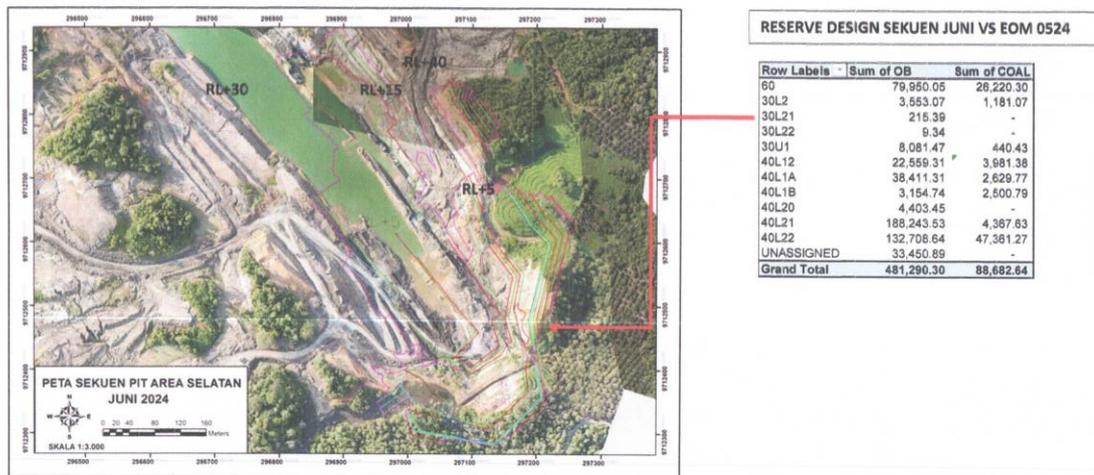
Gambar 13. Peta Rencana Bulan Juni Blok Utara

Peta sekuen *Pit Area Utara Juni 2024* yang disajikan merupakan representasi visual dari aktivitas penambangan yang sedang berlangsung di wilayah utara tambang. Peta ini dilengkapi dengan data kuantitatif yang merinci jumlah *Overburden* (OB) dan batubara yang dihasilkan dari berbagai blok dalam area tersebut.

Peta ini menunjukkan wilayah penambangan yang dibagi menjadi beberapa area kerja yang ditandai dengan label seperti RL45, RL16, dan RL10. Label ini merujuk pada rencana Elevasi pada zona kerja tertentu. Pada sisi kanan peta terdapat dua tabel data yang merinci jumlah *Overburden* (OB) dan batubara yang dihasilkan di berbagai blok atau sub-area tambang.

Tabel 5. Pembagian Seam Berdasarkan Elevasi di Pit Utara

Pit utara	Seam	OB (Bcm)	Coal (Ton)
RL45	Seam 60	86.136,37	-
	Seam 40 LIA	1.809,86	-
RL 16	Seam 70U	-	-
RL 5	Seam 60	27.575,59	14.120,07
	Seam 40 LIA2	3.285,87	1.661,72
Total		211.791,58	23.175,65



Gambar 14. Peta Rencana Bulan Juni Blok Selatan

Peta di atas menggambarkan area penambangan di *Pit Area Selatan* pada bulan Juni 2024. Peta ini merupakan bagian dari perencanaan tambang yang berfungsi untuk menunjukkan distribusi dan cadangan material, khususnya batubara dan *Overburden* (OB), di wilayah tersebut.

Peta ini menampilkan beberapa area penting yang diidentifikasi dengan label seperti RL30, RL15, dan RL5. Area tersebut menandakan titik-titik ketinggian atau level tertentu dalam operasi tambang, yang berguna untuk merencanakan aktivitas penambangan yang efisien. Peta ini juga memperlihatkan area yang ditandai dengan garis kontur warna-warni, yang mengindikasikan perbedaan elevasi di lokasi tersebut.

Di sebelah kanan peta terdapat tabel dengan judul "RESERVE DESIGN SEKUEN JUNI VS EOM 0524," yang menyajikan data mengenai jumlah OB dan batubara di berbagai blok atau *sub-area* dalam tambang ini. Data ini dirangkum sebagai berikut:

Tabel 6. Pembagian Seam Berdasarkan Elevasi di Pit Selatan

Pit selatan	Seam	OB (Bcm)	Coal (Ton)
RL35	Seam 60	79.950,60	26.220,30
RL 15	Seam 30 L2	3,553.07	1.181,07
RL 5	Seam 30 L21	216,39	-
	Seam 40L21	22.859,37	5.918,38
Total		481.290,30	88.682,64

Tabel 7. Rencana Fleet Overburden

Fleet	Machine	Type	No Lambung	QTY
<i>Fleet 1</i>	<i>Loader</i>	PC 400	EXR-05	1
	<i>Hauler</i>	IVECO 682	DTC	5
<i>Fleet 2</i>	<i>Loader</i>	LG 952	EXC-59	1
	<i>Hauler</i>	IVECO 682	DTC	5
<i>Fleet 3</i>	<i>Loader</i>	LG 952	EXC-70	1
	<i>Hauler</i>	IVECO 682	DTC	5
<i>Fleet 4</i>	<i>Loader</i>	PC 400	EXR-05	1
	<i>Hauler</i>	IVECO 682	DTC	5
<i>Fleet 5</i>	<i>Loader</i>	LG 952	EXR-05	1
	<i>Hauler</i>	IVECO 682	DTC	5
<i>Fleet 6</i>	<i>Loader</i>	HITACHI L 450	EXC-02	1
	<i>Hauler</i>	IVECO 682	DTR	5

Untuk pembagian *fleet Overburden* pada PT. Cahaya Riau mandiri *site* PT. Banyan Koalindo Lestari, terbagi menjadi 6 *fleet* (Tabel 5) pengupasan *Overburden* dengan konfigurasi alat *fleet 1* menggunakan konfigurasi alat 1 *Excavator* Komatsu PC 400 dengan 5 unit *dump truck* Iveco 682, *fleet 2* menggunakan konfigurasi alat 1 *Excavator* Liugong 952 dengan 5 unit *dump truck* Iveco 682, *fleet 3* menggunakan konfigurasi alat 1 *Excavator* Liugong 952 dengan 5 unit *dump truck* Iveco 685, *fleet 4* menggunakan konfigurasi alat 1 *Excavator* Komatsu PC 400 dengan 5 unit *dump truck* Iveco 685, *fleet 5* menggunakan konfigurasi alat 1 *Excavator* Liugong 952 dengan 5 unit *dump truck* Iveco 685, *fleet 6* menggunakan konfigurasi alat 1 *Excavator* Hitachi L 450 dengan 5 unit *dump truck* Iveco 685.

Tabel 8. Rencana Fleet Batubara

Coal Getting	Machine	Type	No Lambung	QTY
<i>Fleet 1</i>	Loader	PC 400	EXR-03	1
	Hauler	Quester CWE 370	DTR	6

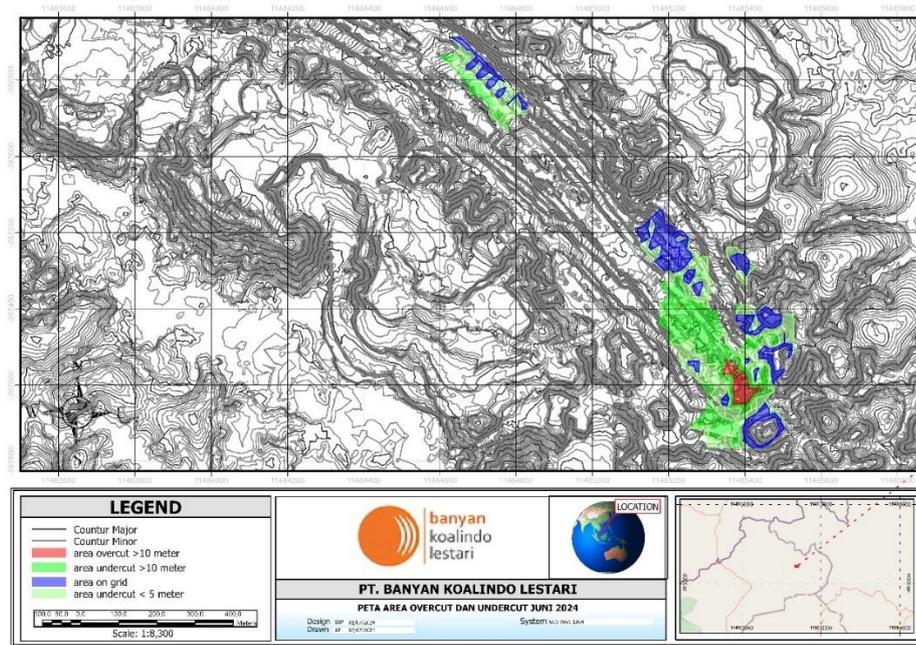
Untuk pembagian *fleet Coal Getting* pada PT. Cahaya Riau mandiri *site* PT. Banyan Koalindo Lestari, terbagi menjadi 1 *fleet* (Tabel 6) pengupasan *Coal Getting* dengan konfigurasi alat *fleet* 1 menggunakan kombinasi alat 1 *Excavator Komatsu PC 400* dengan 6 unit *dump truck Quester CWE 370*.

4.1.1 Evaluasi Kesesuaian Rencana Penggalian dan Realisasi Lapangan

Untuk mengetahui kesesuaian rencana sekuen penambangan dengan aktual di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan *Software* tambang Dalam aplikasi tambang dilakukan *Overlay* antara peta sekuen penambangan dengan peta kemajuan tambang (*End of Month*)

Overstriping merupakan ketidaksesuaian penggalian secara horizontal atau yang melebihi batas rencana sekuen penambangan. Sedangkan dan *Undercut* merupakan ketidaksesuaian penggalian secara vertikal atau ketidaksesuaian berdasarkan *Request Level (RL)*.

Untuk mengetahui kesesuaian rencana sekuen penambangan dapat dilakukan dengan metode analisis *rainbow (contour value)*. Metode ini dibuat dengan menggunakan bantuan fitur yang ada di *Software minescape*. Hasil dari metode analisis *Rainbow* berupa desain *pit* berwarna yang ada di *Pit Selatan* PT. Banyan Koalindo Lestari berdasarkan tingkat kedalaman setelah dilakukannya penambangan pada bulan Januari 2024. Pada Gambar 15, yang merupakan *output* dari metode analisis *rainbow (contour value)* dapat dilihat lokasi-lokasi penambangan yang mengalami kesesuaian (*In Of Plan*), kelebihan penggalian (*Overcut*), dan kekurangan penggalian (*Undercut*).



Gambar 15. Analisis *Rainbow (Contur Value)*

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa:

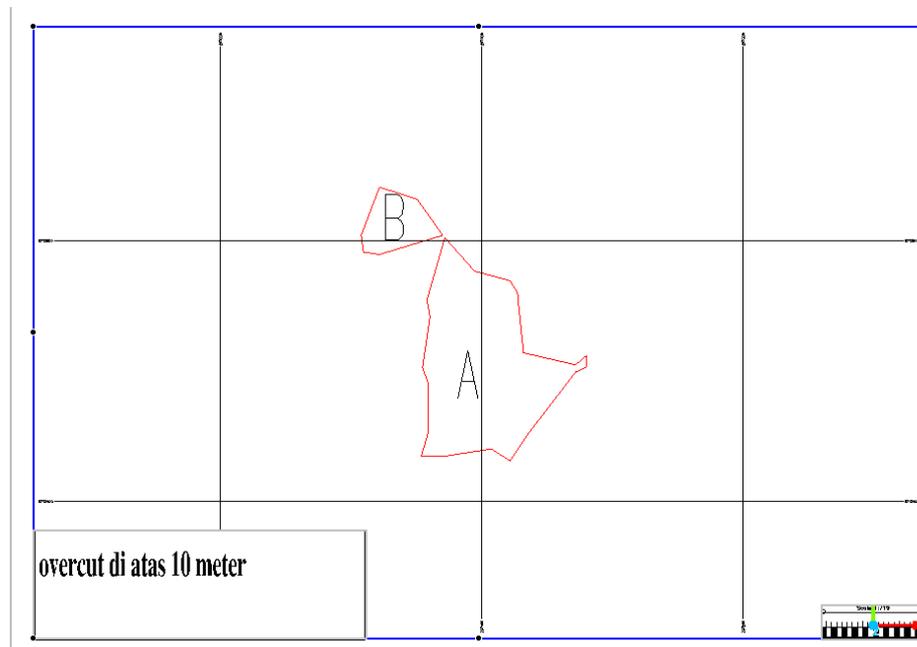
1. Warna biru merupakan penggalian material yang sesuai dengan *Request Level (RL)* yang telah di tentukan.
2. Warna hijau merupakan penggalian yang kurang dari rencana yang ditentukan (*Undercut*) dengan interval 5-10 meter.
3. Warna hijau muda merupakan penggalian yang kurang dari rencana desain yang telah di tentukan (*Undercut*) dengan interval 1 sampai 5 meter.
4. Warna merah merupakan penggalian yang melebihi dari rencana desain () dengan interval 1 sampai 5 meter.

Pada gambar 15, dapat dilihat bahwa terdapat ketidaksesuaian seperti (warna hijau muda) dan *Undercut* (warna kuning dan ungu) antara rencana sekuen penambangan dengan realisasi di lapangan.

4.1.2 Perbandingan Area Overcut dan Undercut Berdasarkan Peta Rencana dan Aktual

Peta pada Gambar di atas memperlihatkan distribusi area dan *Undercut* di wilayah kerja PT. Banyan Koalindo Lestari untuk bulan Juni 2024. Peta ini menggunakan skala 1:8.300. Dengan kontur mayor dan minor yang

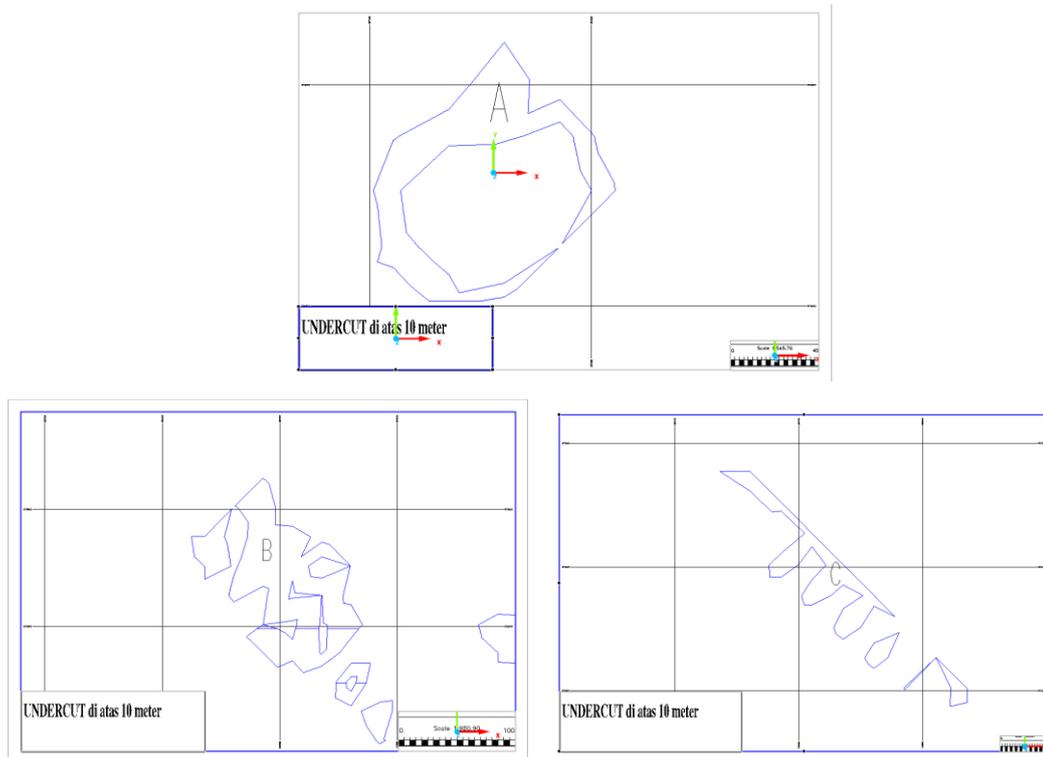
menggambarkan perbedaan elevasi serta morfologi permukaan lahan secara detail.



Gambar 16 .Area *Overcut*

Area A dan B adalah bagian tambang yang digali lebih dalam dari rencana, melebihi 10 meter. Hal ini disebut *Overcut*. Volume material yang terambil di area A sebesar 28.248 bcm dan di area B sebesar 125,81 bcm.

Overcut ini terjadi karena perusahaan menggunakan metode *Boxcut*, yaitu cara menggali awal tambang agar cepat sampai ke batubara. Metode ini memang mempercepat produksi, tapi bisa membuat penggalian jadi terlalu dalam jika tidak diawasi dengan baik. Penggalian yang terlalu dalam ini bisa menyebabkan rencana tambang jadi tidak sesuai. Karena itu, perusahaan perlu mengevaluasi rencana ke depan dan meningkatkan pengawasan agar tidak terjadi lagi overcut seperti ini.

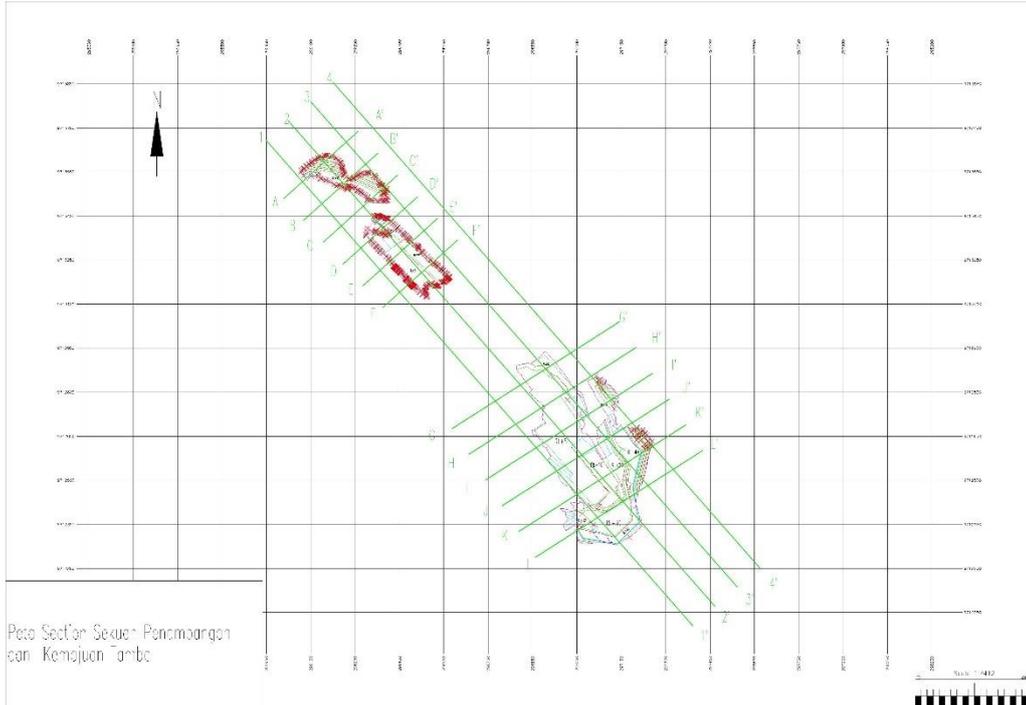


Gambar 17. Area *Undercut*

Di area yang diberi tanda A, B, C, dan D, ditemukan kondisi *Undercut*, yaitu bagian tambang yang belum ter gali sesuai rencana. Kedalaman undercut ini mencapai lebih dari 10 meter. Penyebab utamanya adalah keterbatasan alat berat di lapangan. Beberapa unit mengalami kerusakan, sehingga jumlah alat yang bisa beroperasi jauh berkurang. Hal ini membuat proses pengupasan tanah penutup tidak bisa berjalan maksimal.

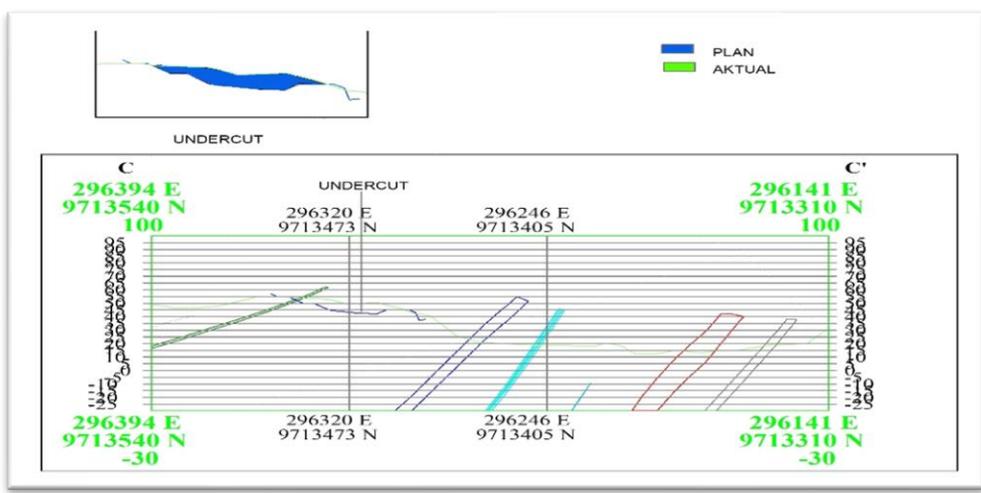
Sebagai akibatnya, masih ada beberapa area yang belum tergarap sesuai target. Volume undercut yang tercatat cukup besar, yakni 58.061 bcm di area A, 53.387 bcm di area B, dan 17.671 bcm di area C. Kondisi ini jelas menunjukkan bahwa keterbatasan alat sangat mempengaruhi kelancaran proses penambangan.

Peta ini sangat penting sebagai alat monitoring dan evaluasi, karena memberikan gambaran visual mengenai penyebab terjadinya dan *Undercut*. Informasi ini menjadi dasar dalam pengambilan keputusan untuk perbaikan proses penambangan ke depan, baik dari sisi teknis operasional maupun perencanaan alat berat, agar target produksi dapat tercapai secara efektif dan efisien



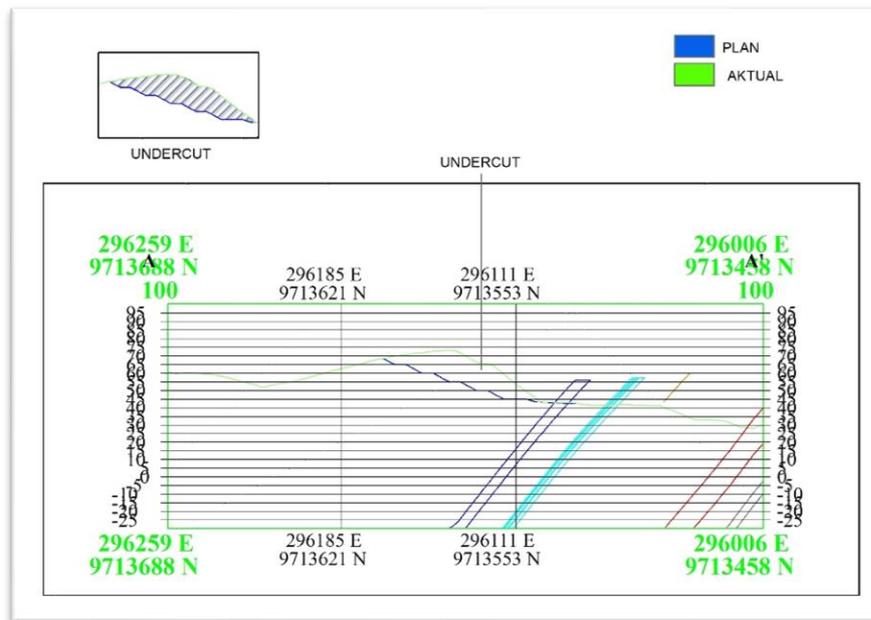
Gambar 18. Line Section Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang

Hal ini juga ditunjukkan setelah melakukan *Line section* (**Gambar 16**) terhadap hasil *Overlay* antara peta sekuen penambangan dengan peta kemajuan tambang pada bulan Juni 2024 yang dibuat pada lokasi A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J',



Gambar 19. Tampak Samping *Overlay* Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang pada Section C-C'

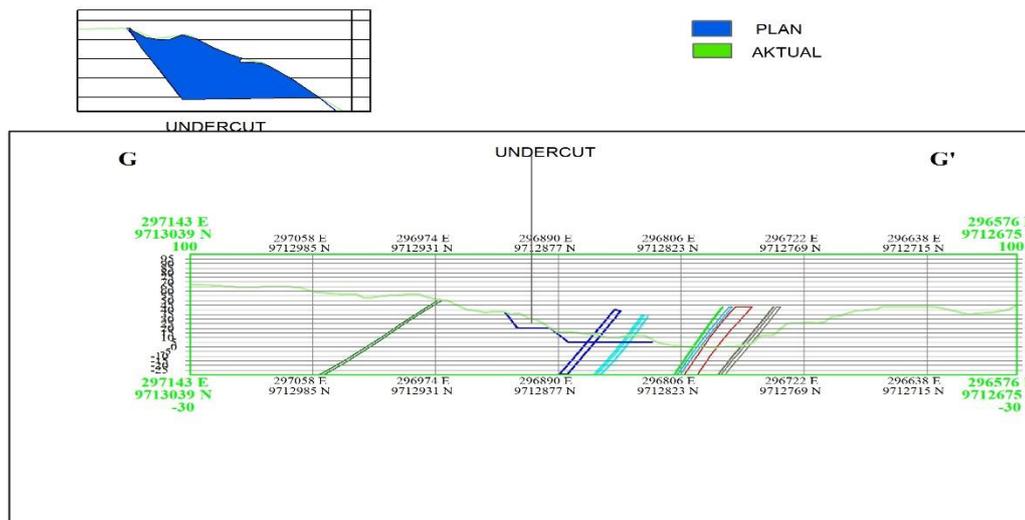
Pada gambar penampang section C–C, terlihat bahwa rencana elevasi penambangan adalah antara 55 sampai 35 mdpl. Namun, pada kondisi aktual di lapangan, penggalian hanya mencapai 45 mdpl. Hal ini menunjukkan bahwa area tersebut belum tergali sesuai rencana, sehingga disebut undercut. Terjadinya undercut ini disebabkan karena rencana dan aktual di lapangan tidak sesuai. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan alat berat yang tersedia, sehingga penggalian tidak dapat dilakukan secara maksimal.



Gambar 20. Tampak Samping *Overlay* Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang Pada *Section A-A'*

Pada gambar penampang section A–A, dapat dilihat bahwa elevasi rencana penambangan berada pada 65 hingga 40 mdpl. Namun, berdasarkan kondisi aktual di lapangan, penggalian hanya mencapai 60 mdpl. Hal ini menunjukkan bahwa penggalian belum sesuai dengan rencana, sehingga area ini mengalami undercut.

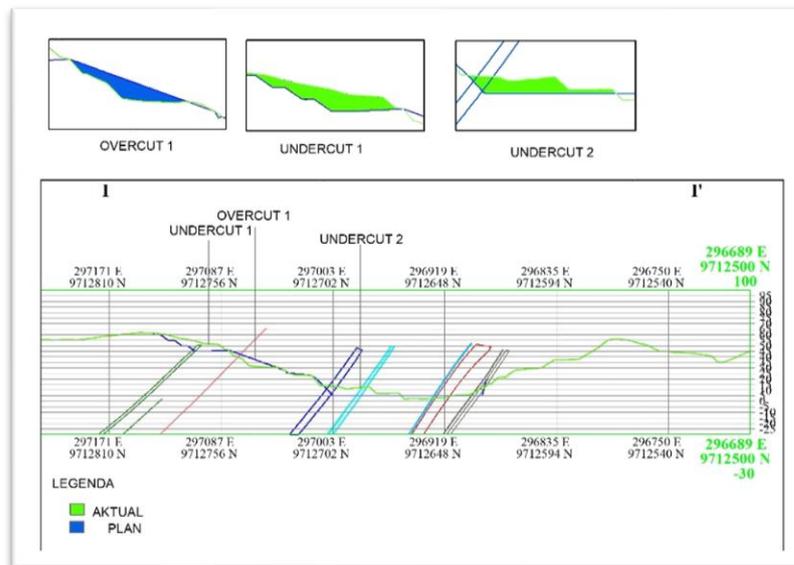
Undercut ini terjadi karena adanya perbedaan antara rencana dengan kenyataan di lapangan. Salah satu penyebabnya adalah alat berat yang tidak tersedia secara maksimal, sehingga proses penggalian tidak bisa dilakukan sesuai target yang telah ditentukan.



Gambar 21. Tampak Samping *Overlay* Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang Pada *Section G-G'*

Pada gambar penampang section G–G, terlihat bahwa elevasi rencana penambangan adalah 40 mdpl, namun realisasi di lapangan menunjukkan penggalian hanya mencapai 70 mdpl. Perbedaan ini menunjukkan bahwa area tersebut belum tergali sesuai rencana, sehingga termasuk dalam kategori undercut.

Undercut ini terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara rencana dan kondisi aktual di lapangan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan alat berat atau hambatan operasional lainnya yang membuat penggalian tidak berjalan maksimal.



Gambar 22. Tampak Samping *Overlay* Peta Sekuen Penambangan dan Peta Kemajuan Tambang Pada *Section I-I'*

Gambar penampang I-I' menunjukkan perbedaan antara rencana dan kondisi sebenarnya di lapangan. Garis biru adalah rencana penggalian, dan garis hijau adalah hasil aktual di lapangan.

Pada bagian *Overcut* 1, rencana elevasi adalah 20 mdpl, tetapi penggalian aktual justru sampai 5 mdpl. Artinya, area ini tergali lebih dalam dari rencana. Hal ini terjadi karena penggunaan metode *Boxcut*, yaitu cara menggali langsung ke arah batubara agar lebih cepat. Metode ini membuat penggalian melewati batas yang sudah direncanakan.

Sementara itu, di bagian *Undercut* 1, rencana penggalian adalah 45 mdpl, tapi aktualnya hanya sampai 50 mdpl. Begitu juga di *Undercut* 2, yang seharusnya digali hingga 20 mdpl, namun baru mencapai 40 mdpl. Ini menunjukkan bahwa area tersebut belum tergali sesuai target. Penyebabnya adalah kerusakan alat berat, sehingga pekerjaan tidak bisa diselesaikan sesuai rencana.

4.1.3 Tingkat Ketercapaian Produksi terhadap Rencana Desain Penambangan

Berdasarkan hasil perhitungan aktual dengan menggunakan menu *reserve-sample-triangle* pada aplikasi tambang didapat ketercapaian produksi aktual sebesar 52% dari 604.660 Bcm yaitu 313.561 Bcm untuk *Overburden* dan 63% dari 87.824 ton yaitu 55.178 ton untuk batubara . Hasil dari *Overlay* peta rencana sekuen penambangan dengan peta kemajuan tambang dan pembuatan analisis *rainbow* maka dapat diketahui lokasi-lokasi yang mengalami kesesuaian (*In Of Plan*) dan ketidaksesuaian seperti , *Undercut*, dan *overstripping*. Selanjutnya ialah menghitung volume dari lokasi-lokasi yang mengalami ketidaksesuaian antara *Mine Plan Design* dengan realisasi periode juni 2024 seperti , *Undercut*, dan *overstripping* serta volume yang sesuai dengan *Mine Plan Design (In Of Plan)* yaitu, sebagai berikut :

Tabel 9. Analisis Ketercapaian Produksi Berdasarkan *Mine Plan Design* Bulan Juni 2024

Ketercapaian produksi	<i>Overburden</i>		Batubara	
	Jumlah (bcm/bulan)	%	Jumlah (ton/bulan)	%
Rencana berdasarkan desain	604.660 Bcm	100%	87.824 Ton	100%
Produksi aktual	313.561 Bcm	52%	55.178 Ton	63%
Kesesuaian (<i>In Of Plan</i>)	308.381 Bcm	98%	-	
Ketidaksesuaian				
<i>Overcut</i>	5.179,85 Bcm	2%	-	
<i>Undercut</i>	219.199,29 Bcm	36%	32.646 Ton	37%
<i>Overstripping</i>	-		-	

Berdasarkan **Tabel 9** diatas dapat disimpulkan bahwa,

1. Volume *Overstripping*

Berdasarkan penelitian dan perhitungan melalui aplikasi tambang tidak terdapat *Overstripping* pada rencana sekuen penambangan bulan Juni 2024.

2. Volume *Overcut*

Perhitungan volume menggunakan menu *reserve-sample-triangle* pada aplikasi tambang, maka didapatkan hasil perhitungan sebesar 5.179,848 Bcm.

3. Volume *Undercut*

Perhitungan volume *Undercut* didapatkan dari volume rencana produksi dikurangi dengan volume *In Of Plan*, maka didapatkan hasil perhitungan *Undercut* sebesar 219.199,290 Bcm.

4. Volume *In Of Plan*

Perhitungan volume *In Of Plan* di dapatkan dari volume ketercapaian produksi aktual dikurangi dengan volume sehingga di dapatkan hasil dari perhitungan volume *In Of Plan* sebesar 308.381,152 Bcm.

4.2 Faktor Penyebab Ketidaktercapaian *Mine Plan Design Terhadap Realisasi Di Lapangan*

Dalam penelitian ini, penulis mengidentifikasi beberapa faktor yang menyebabkan tidak tercapaian antara *Mine Plan Design* dan realisasi operasional di lapangan, terutama yang berkaitan dengan ketersediaan alat berat. Faktor-faktor tersebut *Mechanical Availability (MA)*, *Physical Availability (PA)*, dan *Effective Working Hours (EWH)*. Ketiganya memainkan peran kunci dalam menentukan seberapa efektif alat berat dapat beroperasi dan mendukung pencapaian target produksi yang telah direncanakan.

4.2.1 Ketersediaan Alat

Ketersediaan alat merupakan faktor utama dalam mendukung kelancaran operasional tambang. Dalam penelitian ini, penulis menyoroti MA, PA, dan EWH sebagai indikator utama dalam mengukur seberapa efektif alat berat dapat digunakan untuk mencapai target produksi.

a. *Mechanical Availability (MA)*

Dalam penelitian ini, penulis menilai *Mechanical Availability (MA)* sebagai faktor kunci yang sangat mempengaruhi kinerja operasional alat berat di lapangan. MA menunjukkan seberapa efektif alat berat dapat digunakan untuk mendukung kegiatan produksi, yang tentu saja berhubungan langsung dengan pencapaian target produksi. Data yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar alat berat yang digunakan memiliki MA aktual yang jauh lebih rendah dari

target yang telah ditetapkan, yaitu 85%. Hal ini memberikan gambaran bahwa adanya berbagai kendala dalam pemeliharaan dan ketersediaan alat, yang pada gilirannya berdampak signifikan terhadap produktivitas dan efisiensi operasional di lapangan.

Tabel 10. Perbandingan Mechanical Availability (MA) Rencana dan Aktual

No	Class	Brand	Digger	Pekerjaan	MA Plan	MA Actual	Remarks
1	PC 400	Liugong	1-531	OB	85%	36%	Gear shaft motor travel LH broken
2	PC 400	Liugong	1-532	OB	85%	45%	Bushing Bucket worn out
3	PC 400	Liugong	1-533	OB	85%	58%	Engine oil hose leak
4	PC 400	Liugong	1-528	OB	85%	89%	
5	PC 400	Hitachi	EXR-02	OB	85%	87%	
6	PC 400	Komatsu	EXR-05	OB	85%	96%	
7	PC 400	Cat	1-529	OB	85%	74%	Additional
8	PC 400	Komatsu	EXR-3	CG	85%	91%	

Dalam penelitian ini, penulis menganalisis *Mechanical Availability* (MA) sebagai salah satu faktor utama yang menyebabkan pengurangan jumlah *fleet* yang beroperasi. MA adalah ukuran yang menggambarkan seberapa sering alat berat tersedia untuk digunakan dalam kegiatan operasional, setelah mempertimbangkan waktu *downtime* akibat perawatan atau perbaikan. Penurunan MA yang signifikan pada beberapa alat berat berpengaruh langsung terhadap pengurangan *fleet* yang seharusnya beroperasi untuk menangani pekerjaan *Overburden*. Berdasarkan data yang tersedia, seharusnya ada 6 *fleet* yang beroperasi untuk pekerjaan *Overburden*, namun secara aktual hanya terdapat 5 *fleet* yang tersedia. Penurunan MA menjadi salah satu penyebab utama pengurangan jumlah *fleet* yang efektif beroperasi, karena alat yang tidak dapat berfungsi optimal memaksa pengurangan *fleet* untuk mencegah penggunaan alat secara berlebihan atau terjadinya kerusakan lebih lanjut.

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi MA adalah kerusakan alat yang menyebabkan *downtime* yang lama. Misalnya, alat Liugong 1-531 mengalami penurunan MA yang drastis hingga hanya mencapai 36%, jauh di bawah target

85%. Kerusakan pada *gear shaft motor travel* LH memerlukan waktu yang lama untuk perbaikan, sehingga alat tidak dapat digunakan untuk operasi. Akibatnya, *fleet* yang semula direncanakan untuk bekerja berkurang, mengurangi jumlah *fleet* yang dapat dioperasikan pada hari tersebut.

Ketika jumlah *fleet* yang beroperasi berkurang, *fleet* yang masih beroperasi akan mengalami beban kerja yang lebih berat. Hal ini menyebabkan alat lebih rentan terhadap kerusakan, dan penurunan MA pada *fleet* yang ada menjadi lebih signifikan. Misalnya, dengan hanya 5 *fleet* yang beroperasi, beban kerja yang seharusnya dibagi antara 6 *fleet* akan terpusat pada *fleet* yang ada, menyebabkan penurunan MA lebih lanjut.

b. *Physical Availability*

Physical Availability (PA) adalah ukuran seberapa efektif alat berat bisa beroperasi untuk mencapai target yang telah direncanakan. PA dipengaruhi oleh *Mechanical Availability* (MA), yaitu seberapa sering alat siap digunakan, dan *Effective Utilization* (EU), yang mengacu pada faktor-faktor luar seperti cuaca atau kondisi medan yang menghalangi operasional alat.

Tabel 11. Perbandingan *Physical Availability* (PA) Antara Aktual dan Rencana

No	Class	Brand	Digger	Pekerjaan	PA Plan	PA Actual
1	PC 400	Liugong	1-531	OB	85%	52%
2	PC 400	Liugong	1-532	OB	85%	58%
3	PC 400	Liugong	1-533	OB	85%	71%
4	PC 400	Liugong	1-528	OB	85%	77%
5	PC 400	Hitachi	EXR-02	OB	85%	92%
6	PC 400	Komatsu	EXR-05	OB	85%	98%
7	PC 400	Cat	1-529	OB	85%	82%
8	PC 400	Komatsu	EXR-3	CG	85%	95%

Berdasarkan data yang ada, terdapat variasi dalam pencapaian PA untuk masing-masing alat. Pada alat LIUGONG 1-531, yang digunakan untuk pekerjaan *Overburden* (OB), PA hanya tercatat 52%, jauh dari target 85%. Ini disebabkan oleh rendahnya *Mechanical Availability* (MA), yang hanya mencapai 36%.

Artinya, alat sering mengalami kerusakan atau perlu perawatan, sehingga mengurangi waktu alat bisa digunakan untuk bekerja.

Di sisi lain, alat KOMATSU EXR-05 yang juga digunakan untuk pekerjaan *Overburden* (OB), menunjukkan PA yang lebih tinggi, yaitu 98%, karena MA-nya sangat baik, mencapai 96%. Dengan kata lain, alat ini sering siap beroperasi dan jarang mengalami gangguan teknis. Dengan MA yang tinggi, alat dapat beroperasi lebih efektif dan menghasilkan PA yang lebih tinggi.

c. *Effectif working hours* (EWH)

Dalam perencanaan tambang diperlukan rencana produksi baik itu tahunan maupun bulanan. Adapun yang mempengaruhi dalam membuat rencana produksi salah satunya ialah waktu kerja efektif atau *effective working hours* (EWH). Penentuan waktu kerja efektif bulanan dilakukan untuk memperkirakan rencana produksi satu bulan kedepan dengan adanya *lost time* sebagai pertimbangan. Pengaruh waktu kerja efektif dalam kegiatan produksi alat gali muat sangat menentukan, jika terdapat perbedaan antara rencana dan realisasi waktu kerja efektif akan berdampak pada kegiatan pengupasan bahan galian yang dapat menyebabkan bahan galian tersebut ataupun *Undercut*.

Pada penelitian ini didapatkan hasil perbandingan antara waktu kerja efektif rencana dan realisasinya dilapangan, sebagai berikut :

1. Waktu Kerja Efektif Pada Alat Gali Muat *Overburden*

Hasil penelitian waktu kerja efektif pada alat gali muat batubara terdapat perbedaan atau ketidaksesuaian antara rencana dan realisasinya jumlah *Lost Time* yang diperkirakan lebih besar dari yang di rencanakan

Tabel 12. Perbandingan Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat *Overburden*
Bulan Juni 2024

No	Class	Brand	Digger	Pekerjaan	EWH Plan (jam)	EWH Actual (jam)	EWH Ach (%)
1	PC 400	Liugong	1-531	OB	469 Jam	144 jam	31%
2	PC 400	Liugong	1-532	OB	469 jam	184 jam	39%
3	PC 400	Liugong	1-533	OB	469 jam	179 jam	38%
4	PC 400	Liugong	1-528	OB	469 jam	298 jam	64%
5	PC 400	Hitachi	EXR-02	OB	469 jam	268 jam	57%
6	PC 400	Komatsu	EXR-05	OB	469 jam	303 jam	65%
7	PC 400	Cat	1-529	OB	469 jam	387 jam	82%

Pada **tabel 10** dapat dilihat bahwa pemanfaatan waktu kerja pada alat gali muat *Overburden* kurang maksimal yang menyebabkan waktu kerja efektif yang direncanakan dengan waktu kerja efektif aktual dilapangan tidak tercapai. Waktu kerja efektif aktual lebih rendah dari waktu kerja efektif yang direncanakan, sehingga mempengaruhi besarnya jumlah produksi pada alat gali muat dari yang direncanakan dengan jumlah produksi aktualnya.

Rendahnya produksi alat gali muat *Overburden* menyebabkan kurangnya penggalian bahan galian oleh alat gali muat yang berdampak pada beberapa lokasi di *Pit* Pandu PT. Banyan Koalindo Lestari mengalami *Undercut*. Perbandingan jumlah produksi dan waktu kerja efektif yang direncanakan dengan aktual dilapangan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 13. Perbandingan produksi *Overburden* Dan Waktu Kerja Efektif
Antara Rencana Dengan Aktual Dilapangan

No	Class	Brand	Digger	Pekerjaan	EWH Plan (jam)	Production Plan (Bcm)	EWH Actual (jam)	Production Actual (Bcm)
1	PC 400	Liugong	1-531	OB	469 jam	98.515 bcm	144 jam	24.603 bcm
2	PC 400	Liugong	1-532	OB	469 jam	98.515 bcm	184 jam	31.916 bcm
3	PC 400	Liugong	1-533	OB	469 jam	93.824 bcm	179 jam	30.559 bcm

4	PC 400	Liugong	1-528	OB	469 jam	93.824 bcm	298 jam	53.542 bcm
5	PC 400	Hitachi	EXR-02	OB	469 jam	86.787 bcm	268 jam	49.181 bcm
6	PC 400	Komatsu	EXR-05	OB	469 jam	86.787 bcm	303 jam	54.265 bcm
7	PC 400	Cat	1-529	OB	469 jam	46.409 bcm	387 jam	69.495 bcm

Adapun salah satu penyebab besarnya jumlah *Lost Time* adalah curah hujan aktual lebih besar dari yang diperkirakan dapat dilihat bahwa diperkirakan curah hujan pada Juni 2024 di daerah Desa Bukit Hijau ialah 117,06 mm sedangkan curah hujan aktual nya adalah 268,90 mm. Besarnya curah hujan aktual hampir mencapai 2 kali lipat dari curah hujan yang diperkirakan. Selain curah hujan yang melebihi perkiraan, jam hujan pada bulan Juni 2024 juga melebihi perkiraan yang mana jam hujan yang diperkirakan adalah 51,98 jam sedangkan jam hujan aktual nya ialah 95,4 jam. Curah hujan dan jam hujan yang melebihi perkiraan tentu akan berdampak ke *Slippery* yang mana besarnya jumlah *Slippery* aktual dibandingkan dengan jumlah yang diperkirakan

Tabel 14. Perkiraan Curah Hujan dan Aktual Curah Hujan Bulan Juni 2024 Pit Selatan

Hour	Pit Selatan	
	Forecast (jam)	Actual (jam)
Rain	51,98 jam	95,4 jam
<i>Slippery</i>	67,8 jam	73,0 jam

Waktu kerja efektif yang ada didalam rencana kerja PT. Banyan Koalindo Lestari untuk beroperasi di *Pit* selatan pada bulan Juni 2024 seperti pada tabel 14 tentu mempertimbangkan besarnya curah hujan untuk diperkirakan. Jika curah hujan yang diperkirakan melebihi perkiraan akan berdampak pada menambahnya jumlah *Lost Time* yang diperkirakan dan membuat waktu kerja efektif semakin berkurang.

2. Waktu Kerja Efektif Pada Alat Gali Muat Batubara

Hasil penelitian waktu kerja efektif pada alat gali muat batubara terdapat perbedaan atau ketidaksesuaian antara rencana dan realisasinya (Hal tersebut disebabkan pada realisasinya jumlah *Lost Time* yang diperkirakan lebih besar dari yang direncanakan

Tabel 15. Perbandingan Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat Batubara Bulan Juni 2024

No	Class	Brand	Digger	MOHH Plan (jam)	EWH Actual (jam)	Presentase (%)
1	PC 400	Komatsu	EXR-03	357 jam	238 jam	67%

Waktu kerja efektif (EWH) bulanan menentukan besarnya jumlah produksi dalam kurun waktu satu bulan dengan produktivitas tertentu. Sehingga semakin besar persen ketercapaian waktu kerja efektif aktual terhadap waktu kerja efektif yang direncanakan maka akan menentukan besarnya jumlah produksi pada bulan tersebut. Apabila waktu kerja efektif aktual lebih rendah dari waktu kerja efektif yang direncanakan, maka dapat menyebabkan produksi bahan galian pada bulan tersebut tidak tercapai atau dengan kata lain kekurangan penggalian pada bulan tersebut (*Undercut*).

Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 15 yaitu waktu kerja efektif aktual lebih rendah dari waktu kerja efektif yang direncanakan, sehingga mempengaruhi besarnya jumlah produksi pada alat gali muat dari yang direncanakan dengan jumlah produksi aktualnya. Perbandingan jumlah produksi dan waktu kerja efektif yang direncanakan dengan aktual dilapangan dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Perbandingan Produksi Batubara dan Waktu Kerja Efektif Antara Rencana Dengan Aktual Dilapangan

No	Class	Brand	Digger	MOHH Plan (Jam)	Production Plan (Ton)	EWH Actual (Jam)	Production Actual (Ton)
1	PC 400	Komatsu	EXR-03	357 jam	87.824 ton	238 jam	54.500 ton

Pada tabel 8 dapat dilihat bahwa waktu kerja efektif yang rendah menyebabkan produksi batubara juga menjadi rendah. Terjadinya hal tersebut menjadi alasan besarnya *Undercut* yang ada pada beberapa lokasi di *Pit* selatan PT. Banyan Koalindo Lestari

4.2.2 Hujan dan *Slippery*

Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu faktor eksternal yang dapat mempengaruhi kinerja operasional alat berat dalam kegiatan penambangan. Hujan lebat dapat menyebabkan berbagai kendala yang menghambat kelancaran

pekerjaan, baik dalam proses pengupasan lapisan tanah *Overburden* maupun dalam pengambilan *coal*. Di area tambang terbuka, curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan beberapa masalah yang mempengaruhi produktivitas dan efisiensi alat.

Tabel 17. Jam Hujan

Waktu hujan	Pit Selatan	
	<i>Forecast</i>	<i>Actual</i>
Rain (Jam)	51,98 jam	95,4 jam
<i>Slippery</i> (Jam)	67,8 jam	73,0 jam

Berdasarkan data yang tersedia untuk *Pit Selatan*, curah hujan yang tercatat lebih tinggi dari perkiraan sebelumnya, dengan *forecast* curah hujan sebesar 51,98 jam dan *actual* yang tercatat mencapai 95,4 jam. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan yang lebih tinggi dari perkiraan dapat memberikan dampak signifikan terhadap kegiatan operasional tambang, terutama dalam hal mobilitas alat berat dan keselamatan kerja.

Curah hujan yang lebih tinggi dari yang diperkirakan ini menyebabkan kondisi tanah menjadi lebih lembab dan licin. Dalam keadaan seperti ini, alat berat yang beroperasi di tambang menghadapi tantangan lebih besar dalam hal mobilitas dan keamanan. Tanah yang basah dan becek cenderung menurunkan traksi alat berat, mengakibatkan alat sulit bergerak atau bahkan terjebak. Hujan yang deras juga berpotensi menimbulkan genangan air, yang bisa menghambat proses pekerjaan dan membuat akses ke lokasi menjadi lebih sulit.

Data menunjukkan bahwa kondisi tanah yang licin atau *Slippery* lebih tinggi dari yang direncanakan, dengan *forecast* sebesar 67,8% dan *actual* yang tercatat mencapai 73%. Peningkatan kondisi licin ini menyebabkan penurunan efisiensi operasional alat berat, karena waktu yang dibutuhkan untuk pergerakan dan pekerjaan menjadi lebih lama. Alat berat harus berhati-hati dan mengurangi kecepatannya, yang berujung pada menurunnya *Physical Availability (PA)* dan *working hours* yang terpakai untuk menyelesaikan pekerjaan.

Curah hujan yang lebih tinggi dari perkiraan dan kondisi licin yang meningkat di *Pit Selatan* mempengaruhi kinerja operasional tambang. Kinerja alat berat menjadi terhambat, yang berdampak langsung pada pencapaian target produksi.

Untuk mengatasi dampak tersebut, penting bagi pihak manajemen untuk melakukan perencanaan lebih matang terkait penjadwalan kegiatan operasional selama musim hujan dan meningkatkan pemeliharaan serta pengelolaan alat berat untuk menghadapi kondisi tanah yang licin.

4.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator Backhoe*

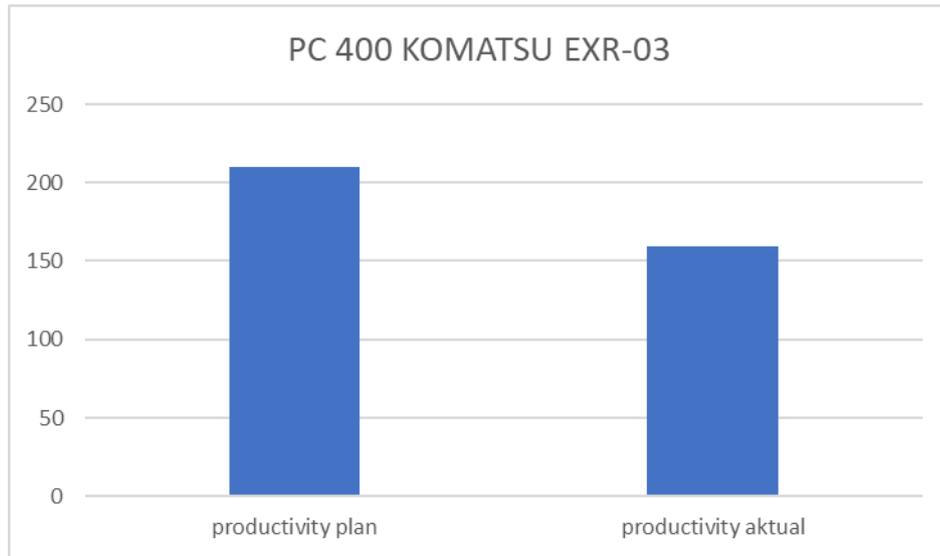
a. Produktivitas Alat Gali Muat Batubara

Dalam menentukan kapasitas produksi setiap alat maka dibuat sebuah rencana produktivitas yang masuk dalam rencana kerja guna mencapai target produksi batubara di *Pit Selatan PT. Banyan Koalindo Lestari*. Namun, realisasinya dilapangan produktivitas alat gali muat batubara tidak mencapai dari rencana yang telah ditentukan. Hal tersebut berpengaruh pada jumlah produksi batubara yang dihasilkan oleh alat gali muat di *Pit Selatan PT. Banyan Koalindo Lestari*.

Tabel 18. Perbandingan Rencana Dan Aktual Produktivitas Alat Gali Muat Batubara

No	Class	Brand	Digger	Productivity Plan (Bcm/Jam)	Productivity Aktual (Bcm/Jam)	Presentase (%)
1	PC 400	Komatsu	EXR-03	210 Bcm/jam	159 Bcm/ jam	76%

Pada Tabel 18 menunjukkan perbedaan yang signifikan antara nilai produktivitas rencana dengan produktivitas aktual. Untuk melihat lebih jelas perbedaannya dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 23. Grafik Perbandingan Rencana dan Aktual Alat Gali Muat Batubara di *Pit Selatan*

Adapun penyebab ketidaktercapainya nilai produktivitas aktual adalah *Bucket Fill Factor* yang kecil dan efisiensi kerja yang kecil. *Bucket Fill Factor* merupakan faktor pengisian *Bucket* yang dipengaruhi oleh kemudahan material saat alat gali muat loading material kedalam *Bucket* untuk mencapai *heaped capacity*. Pada alat gali muat untuk batubara *Bucket Fill Factor* terbilang kecil. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya kesiapan alat berat *Bulldozer Ripper* disekitaran area *Front Loading* yang membuat alat gali muat untuk batubara melakukan *direct digging* dan pengumpulan batubara secara mandiri. Kinerja operator alat gali muat batubara juga terbilang kurang maksimal karena saat melakukan pengisian, *Bucket* alat gali muat batubara tidak mencapai kapasitas penuh yang menyebabkan jumlah *Bucket* untuk pengisian *Vessel* alat angkut menjadi bertambah

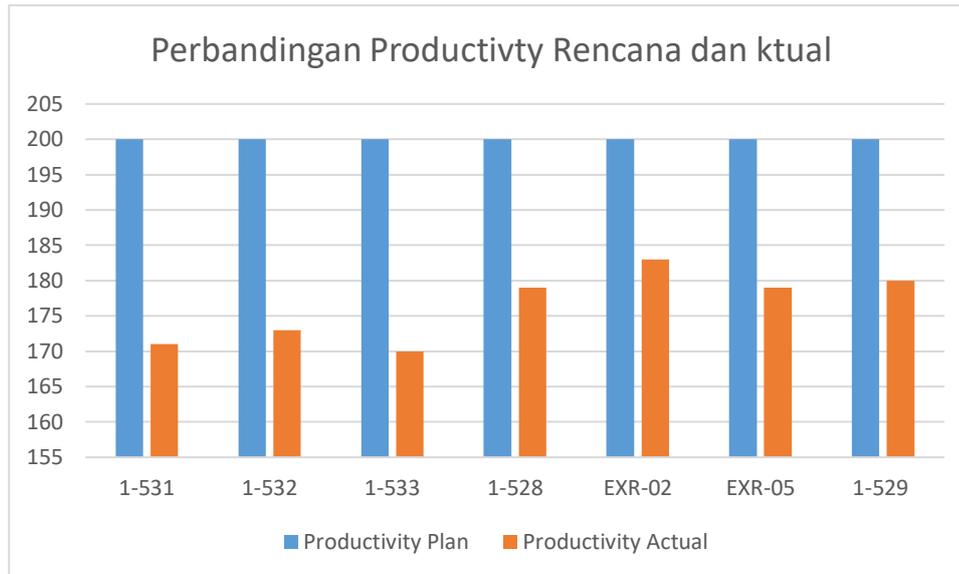
b. Produktivitas Alat Gali Muat *Overburden*

Seperti halnya alat gali muat batubara, produktivitas alat gali muat *Overburden* mengalami ketidaktercapaian dari rencana yang di tentukan. Hal ini dipengaruhi oleh waktu edar (*Cycle Time*), dan efisiensi kerja.

Tabel 19. Perbandingan Rencana dan Aktual Produktivitas Alat Gali Muat
Overburden

No	Class	Brand	Digger	Pekerjaan	Productivity Plan (Bcm/Jam)	Productivity Actual (Bcm/Jam)	Productivity Ach (%)
1	PC 400	Liugong	1-531	OB	200	171	85%
2	PC 400	Liugong	1-532	OB	200	173	87%
3	PC 400	Liugong	1-533	OB	200	170	85%
4	PC 400	Liugong	1-528	OB	200	179	90%
5	PC 400	Hitachi	EXR-02	OB	200	183	92%
6	PC 400	Komatsu	EXR-05	OB	200	179	90%
7	PC 400	Cat	1-529	OB	200	180	90%

Pada tabel 19 menunjukkan perbedaan yang signifikan antara nilai produktivitas rencana dengan produktivitas aktual. Untuk melihat lebih jelas perbedaannya dapat dilihat pada gambar



Gambar 24. Grafik Perbandingan Rencana dan Aktual Alat Gali Muat

Faktor koreksi produktivitas alat gali muat *Overburden* terdiri dari efisiensi kerja atau *effective utilization* yang mana berpengaruh pada besarnya produktivitas alat gali muat *Overburden*. Rencana efisiensi kerja pada alat gali muat batubara adalah sedangkan aktual dilapangan tidak sesuai dengan rencana yang telah ditentukan. Pada gambar 22 dapat dilihat beberapa alat gali muat batubara hampir mendekati produktivitas yang direncanakan

Hal ini disebabkan oleh waktu edar (*Cycle Time*) yang terbilang besar. Besarnya waktu edar (*Cycle Time*) menentukan perhitungan produktivitas suatu alat. Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu edar (*Cycle Time*) salah satunya ialah besarnya sudut *swing*. Dapat dilihat pada sudut *swing* alat gali muat *Overburden* lebih dari 45° . Semakin besar sudut *swing* alat gali muat, maka akan semakin besar pula waktu edar (*Cycle Time*).

4.2.4 Kurang Maksimalnya Pengawasan di Lokasi Penambangan

Pada faktor pengawasan memiliki peranan penting dalam realisasi rencana dengan aktual, faktor pengawasan dilapangan seperti pemasangan patok untuk menunjukkan batas area penambangan, pengawasan dari pengawas lapangan yang memberikan arahan kepada operator untuk area mana saja yang akan ditambang. Dalam pengawasan ini PT. Banyan Koalindo Lestari selalu berupaya untuk memberikan batas patok area penambangan, namun terkadang terdapat batas patok penambangan yang jatuh dilapangan dikarenakan banyaknya patok penambangan di lapangan sehingga menyebabkan tidak termonitor sepenuhnya tentunya hal ini

mempengaruhi ketidaksesuaian rencana dengan aktual, kedisiplinan operator juga mengganggu produktivitas pada waktu hambatan seperti *no job*, *Waiting Excavator*, *Delay Refuel* berikut gambar aktual dilapangan patok area penambangan terjatuh yang dapat dilihat pada gambar



Gambar 25. Patok Elevasi Aktual

4.3 Dampak yang Diakibatkan Oleh Ketidaktercapaian Penambangan Berdasarkan *Mine Plan Design* terhadap Realisasi Penambangan Dilapangan

Berdasarkan rencana kerja PT. Banyan Koalindo Lestari penambangan bahan galian di *Pit Selatan* pada bulan Juni 2024 yaitu *Stripping Ratio* (SR) 6,9 dengan target produksi untuk *Overburden* 604.660 bcm dan 87.824 ton. Namun pada realisasinya dilapangan tidak sesuai dengan rencana, sehingga target produksi pada bulan Juni 2024 tidak tercapai, setelah pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian ini didapat ketercapaian produksi berdasarkan *Mine Plan Design* pada bulan juni 2024 ketercapaian produksi aktual sebesar 52% dari 604.660 BCM yaitu 313.561 BCM untuk *Overburden* dan 63% dari 87.824 ton yaitu 55.178 ton untuk batubara

Jika ditinjau berdasarkan target produksi maka ketercapaian produksi pada bulan juni didapat besarnya *Stripping Ratio* (SR) 5,7. Berkurangnya jumlah *Stripping Ratio* (SR) disebabkan ketidaktercapaian produksi aktual dan rencana target produksi. Hal tersebut terjadi dikarenakan kekurangan penggalian *Overburden* dan batubara . ketidaktercapaian tersebut tentu saja akan berpengaruh pada rencana penambangan pada bulan berikutnya yang mana akan menambah

jumlah target produksi pada bulan berikutnya karena akumulasi dari kekurangan penggalan pada bulan juni sebelumnya sebanyak 291.099 bcm untuk *Overburden* 32.646 ton untuk batubara. Dengan adanya sisa penggalan pada bulan juni 2024 sebanyak 198.751 bcm untuk *Overburden* dan 32.646 ton untuk batubara ,serta setelah diakumulasikan sisa penggalan dari bulan januari hingga juni sebanyak 1.299.557 bcm dan 219.705 ton batubara.

Dapat dilihat bahwa target produksi pada bulan juli 2024 sebesar 512.988 bcm untuk *Overburden* 67.129 ton untuk batubara dengan *Stripping Ratio* (SR) 7,64. Jika kekurangan penggalan *Overburden* dan batubara pada bulan-bulan sebelumnya diakumulasikan ,maka jumlah penggalan pada bulan juli 2024 menjadi 591.084 bcm untuk *Overburden* dan 82.403,5 ton untuk batubara dengan *Stripping Ratio* (SR) 7,2 .terdapat pengurangan jumlah *Stripping Ratio* (SR) setelah dilakukan akumulasi,terdapat besarnya jumlah target produksi *Overburden* dan batubara yang harus ditambah untuk mencapai target produksi pada bulan juni 2024.

4.4 Rekomendasi Penanganan yang dapat Dilakukan Untuk Mengatasi Dampak Akibat Ketidaktercapaian *Mine Plan Design Terhadap Realisasi Penambangan Pada Bulan Selanjutnya*

Dari pembahasan sebelumnya dapat diketahui faktor- faktor penyebab ketidatercapaian *Mine Plan Design* adalah waktu kerja efektif, produktivitas alat gali muat, dan kurangnya maksimalnya pengawasan dilokasi penambangan. Setelah melakukan identifikasi faktor penyebab ketidatercapaian *Mine Plan Design* dapat dilakukan upaya-upaya yang dapat meminimalisir ketidaktercapaian *Mine Plan Design* pada bulan berikutnya.

4.4.1 Penetapan Indikator *Delay Time* dalam Optimalisasi Waktu Kerja

Waktu kerja efektif merupakan salah satu faktor penyebab ketidatercapaian *Mine Plan Design* pada bulan Juni 2024, maka dari itu upaya yang dapat dilakukan ialah penambahan alat gali muat pada Pit selatan dan meningkatkan waktu kerja efektif aktual untuk mencapai target produksi pada bulan selanjutnya. Namun, penambahan alat gali muat tidak direkomendasikan karena memakan biaya yang sangat besar, maka peningkatan waktu kerja efektif merupakan satu-satunya upaya yang dapat dilakukan.

Dalam upaya meningkatkan waktu kerja efektif dapat dilakukan dengan menekan waktu kerja yang hilang (*Lost Time*) karena adanya hambatan yang dapat dihindari (*Delay Time*). Namun, kondisi yang masuk dalam pelaporan bulanan saat ini adalah *Hours Meter* (HM) awal dan *Hours Meter* (HM) akhir alat gali muat. Sedangkan, untuk presentase *Delay Time* belum dimasukkan kedalam laporan bulanan sehingga tidak diketahui secara detail presentase *Delay Time* saat kondisi diakhir bulan. Seperti yang diketahui ketidaktercapaian pada bulan juni 2024 berpengaruh terhadap nilai *Stripping Ratio* (SR) bulan juli 2024 yang terakumulasi karena kekurangan penggalian pada bulan juni 2024. Jika tidak diantisipasi *Stripping Ratio* (SR) akan terus meningkat yang akan menyebabkan kerugian bagi PT. Banyan Koalindo Lestari kedepannya.

Oleh karena itu, perlu dilakukan pelaporan waktu yang dapat dihindari (*Delay Time*) kedalam laporan bulanan untuk memperbaiki waktu kerja efektif sebagai upaya peningkatan produksi pada masing-masing alat gali muat. Adapun contoh laporan waktu yang dapat dihindari (*Delay Time*) ialah *change shift, no operator, refueling, wait operator*, dan sebagainya

Dengan dilakukannya pelaporan bulanan waktu yang dapat dihindari (*Delay Time*) secara detail dapat dilakukan perbaikan terhadap waktu kerja efektif. Karena dengan melakukan penekanan terhadap *Delay Time* akan mempengaruhi kesediaan alat (*availability*) dan waktu kerja efektif yang mana berdampak pada peningkatan produktivitas alat gali muat. Dengan meningkatnya produktivitas dan waktu kerja efektif maka jumlah produksi tentu saja akan meningkat. Perbaikan waktu kerja efektif dengan menekan *Lost Time* terhadap alat gali muat diharapkan dapat meningkatkan besarnya produksi pada bulan selanjutnya hingga tingkat maksimal.

4.4.2 Meningkatkan Pengawasan Kegiatan Penambangan

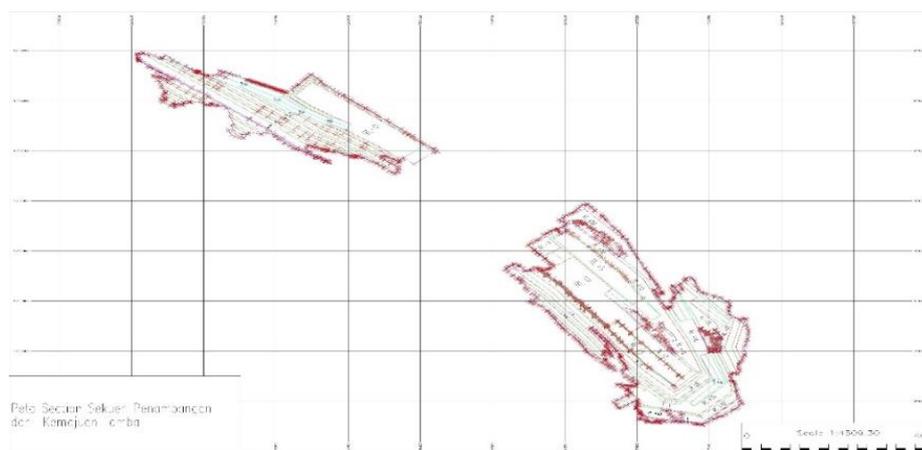
Kurang maksimalnya pengawasan yang terjadi dilokasi penambangan menjadi faktor penyebab ketidaktercapaian *Mine Plan Design* pada bulan juni 2024. Dengan memaksimalkan pengawasan terhadap operator alat gali muat diyakini dapat meningkatkan kinerja operator sehingga efisiensi kerja bertambah yang mana akan mempengaruhi produktivitas alat gali muat. Patok (pita) yang menjadi acuan dalam melakukan penggalian menjadi faktor penting dalam melakukan penggalian oleh alat gali muat. Apabila di lokasi penggalian tidak terdapat patok (pita) yang

menjadi awal mula penyebab ketidaktercapaian penggalian terhadap *Mine Plan Design*. Maka dari itu, perlu dilakukan pengecekan patok (pita) secara berkala dan pengontrolan kepada operator saat melakukan penggalian oleh pengawas lapangan. Pengecekan patok (pita) secara berkala agar posisi dari patok (pita) tidak berubah ataupun hilang dan diharapkan dapat meningkatkan presentase ketercapaian penambangan berdasarkan *Mine Plan Design*.

4.4.3 Perbaikan Design Untuk Bulan Depan

Perbaikan desain pada *sequence* penambangan adalah proses revisi urutan kerja atau tahapan penambangan berdasarkan evaluasi terhadap rencana awal, realisasi lapangan, dan kendala operasional. Tujuannya adalah memastikan bahwa penambangan dilakukan dengan cara yang efisien, ekonomis, dan sesuai dengan prioritas pengambilan sumber daya, seperti batubara atau mineral lainnya. Penyesuaian *sequence* dilakukan dengan memprioritaskan area dengan atau batubara bernilai tinggi, sehingga membantu mendanai operasi berikutnya.

Dari analisis yang dilakukan dapat kesimpulan bahwa perlunya dilakukan perbaikan design bulan depan yang menyesuaikan dengan keadaan aktual di lapangan pada bulan juni .Perbaikan design plan mencakup tiga aspek utama yang saling berkaitan, yaitu: tinjauan ulang desain pit, pengaturan pola kerja alat berat, dan evaluasi hasil produksi. Setiap aspek ini dirancang untuk memastikan bahwa seluruh proses operasional berjalan lebih terstruktur, efektif, dan efisien.



Dalam kegiatan operasional tambang, pencapaian target produksi
Gambar 26. *Design* Perbaikan merupakan

salah satu aspek yang sangat penting untuk memastikan keberhasilan keseluruhan proyek. Target produksi tidak hanya berfungsi sebagai pedoman kerja, tetapi juga menjadi ukuran keberhasilan dalam memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal.

Pada kegiatan ini, target produksi yang telah ditetapkan meliputi pengupasan tanah penutup (*Overburden*) sebesar 641.218 bcm dan pengambilan batubara (*Coal Getting*) sebesar 79.549 ton, dengan *Stripping Ratio* sebesar 8.

Di dalam peta **gambar 24** *pit* di bagi menjadi 2 yaitu *pit selatan* dan *pit utara*. Pada rencana *Squence* penambangan di *pit utara* di rencanakan penurunan Elevasi dari Elevasi 0 ke *Request Level -5*. Kegiatan penambangan banyak di lakukan pada *pit selatan* untuk *pit selatan* dari Elevasi 45 ke *Request Level 40* mdpl, dari Elevasi 38 ke *Request Level 30* mdpl, dari Elevasi 21 ke *Request Level 20* mdpl, dari Elevasi 13 ke *Request Level 10* mdpl, dari Elevasi 13 ke *Request Level 5* mdpl, dari Elevasi 11 ke *Request Level 2* mdpl, dari Elevasi 4 ke *Request Level 0* mdpl, dari Elevasi 1 ke *Request Level -3* mdpl. Untuk memastikan target tersebut dapat dicapai, dilakukan serangkaian perbaikan pada design plan, yang berfokus pada peningkatan efisiensi operasional dan optimalisasi sumber daya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan peta hasil survei bulan juni maka masih terdapat ketidaksesuaian pencapaian terhadap rencana penambangan karena masih terdapat area yang *Undercut* dan Produksi batubara aktual dilapangan tidak tercapai dengan ketercapaian perencanaan tambang target produksi batubara pada bulan juni 2024 sebesar 87.824 Ton dan pengupasan *Overburden* sebesar 604.660 BCM hanya mengalami ketercapaian untuk target produksi batubarannya sebesar 70% dari 87.824 Ton yaitu 55,178 Ton. Sedangkan pada pengupasan *Overburden* mengalami ketercapaian hanya diangka 52% dari 604.660 BCM yaitu 313.561 BCM
2. Faktor penyebab adanya perbedaan antara rencana dan realisasi target produksi adalah penempatan *Fleet* batubara dan *Overburden*, jam kerja efektif yang lebih kecil dibanding rencana dan efisiensi kerja alat gali muat yang lebih rendah dibandingkan rencana, serta produktivitas alat gali muat yang mengalami ketidaksesuaian pada rencana kerja yang diakibatkan oleh realisasi kegiatan penambangan di lapangan, curah hujan yang tinggi di Bulan juni 2024, Pit yang terendam air, tidak adanya patok penambangan sebagai batas area penambangan.
3. Pada hasil rekonsiliasi rencana penambangan dan aktual dengan melakukan *Overlay*, maka dapat disimpulkan terdapat ketidaksesuaian rencana dan aktual yaitu berupa area *Undercut*, , volume *Overburden* pada sebesar 5.179,848 BCM, *Undercut* sebesar 219.199,29 BCM.

5.2 Saran

1. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian rencana dengan aktual adalah dengan meningkatkan *Maintenance* unit *Excavator* karena nilai rata-rata *physical availability* unit *Excavator* sebesar 78%, diharapkan kegiatan *maintanance* ini mampu menaikkan nilai *physical availability* unit *dumpruck* menjadi 80%. Jika nilai *physical availability* baik maka ketersediaan alat dan jumlah *Fleet* yang sudah direncanakan dapat terealisasi, untuk *maintanance* ini bisa dilakukan dengan pengecekan alat diwaktu sedang istirahat sehingga jika terjadi kerusakan kecil mampu ditangani lebih dulu sebelum terjadinya kerusakan yang

lebih fatal yang mampu menyebabkan kerusakan dengan rentang waktu yang sangat lama.

2. Operator juga harus memperhatikan patok batas penambangan yang sudah ditentukan sehingga tidak terjadinya *Undercut*, , dan *Overstripping*, upaya yang dapat dilakukan jika patok terjatuh maka perlu dilakukan pemantauan kembali, agar penambangan dapat sesuai dengan rencana dan lebih maksimal.
3. Dari segi curah hujan yang tinggi juga perlu diperhatikan seperti lumpur pada jalan *hauling* dan area jalan yang licin yang dapat menyebabkan terganggunya *movement* dari alat untuk mengangkut material sehingga terjadinya *Delay Time* alat yang berpengaruh ke produktivitas, upaya untuk mengatasi dengan memaksimalkan *water truck* untuk melakukan penyiraman jalan dan penambahan alat *Motor grader* untuk membantu *Motor grader* utama, agar proses *slippery* dapat cepat untuk selesai
4. Dari segi design juga perlu dilakukan revisi area penambangan, upaya yang dapat dilakukan dari segi design adalah membuat design pit baru dengan fokus penambangan pada area penambangan yang tidak maksimal pada bulan sebelumnya dengan memperhatikan batas-batas yang telah ditentukan, Dampak yang ditimbulkan dari ketidaksesuaian antara rencana dengan aktual adalah dapat menyebabkan perlunya penyusunan rencana ulang mekanisme penambangan yaitu metode, rencana, serta ketersediaan alat dibulan berikutnya agar dapat menegejar target produksi yang tertinggal pada bulan sebelumnya, sehingga rencana penambangan tahunan dapat terealisasi dan sesuai dengan yang telah direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpiana. (2011). “Rancangan Desain Tambang PT. Bumi Bara Kencana di Desa Masaha Kec. Kapuas Hulu Kab. Kapuas Kalimantan Tengah”. *Jurnal Media Bina Ilmiah Mataram*, 5(8) : 23-28.
- Arif, I. (2007). *Perencanaan Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Chabibi, F. dan Risono. (2013). “Rekonsiliasi Penambangan Antara Perencanaan Tambang Jangka Pendek dengan Realisasi Berdasarkan Block Model dan Peta Topografi Berdasarkan Block Model dan Peta Topografi Periode Semester 1 2013 di Site Tanjung Buli UPB Nikel Maluku Utara, PT. ANTAM (Persero) Tbk.” Prosiding TPT XXII Perhapi 2013.
- Ilahi, R.R., Ibrahim, E., dan Swardi, F.R. (2014). “Kajian Teknis Pindahkan Tanah Mekanis dan Alat Berat Produktivitas Alat Gali-Muat (*Excavator*) dan Alat Angkut (*Dump Truck*) pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 di Pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE”. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2 (3): 51-59.
- Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Komatsu Ltd. (2009). *Spesification and Aplication Handbook, 30 th Edition*. Komatsu, Ltd.
- Kusmana, E., Santoso, E., & Novianti, Y. S. (2021). Kajian Teknis Ketidaksesuaian Antara Rencana Penambangan Dengan Kondisi Aktual Di Tambang Batubara Pt Senamas Energindo Mineral Site Jaweten, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Himasapta*, 6(1), 51. <https://doi.org/10.20527/jhs.v6i1.3441>.
- Martadinata, M. S. (2019). Pemodelan Desain Pit Batubara Dengan Menggunakan *Software Minescape 4.119*. 10(02), 76–83.
- Musmualim, D. (2014). Bulanan Dengan Realisasi Di Tambang Swakelola B2 Mining Reconciliation Between Monthly Mining Plan With Realization At Swakelola B2 Mine Pt . Bukit Asam (Persero), Tbk. July.
- Nurwaskito, A. (2015). Optimalisasi Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Dalam Mencapai Target Produksi Pada Pt. Semen Bosowa Kabupaten Marosprovinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 2(1). <https://doi.org/10.33536/jg.v2i1.34>.

- Pramana, G.D., Sudiyanto, A., Setyowati, I., dan Titisariwati, I. (2015). “Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan *Overburden* Penambangan Batubara PT. Citra Tobindo Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi.” *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 1 (2): 61-68.
- Prodjosumarto, P. (2004). *Pengantar Perencanaan Tambang*. Modul disajikan dalam Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung, Bandung, 30 Agustus-7 September 2004.
- Simaremare, M. (2013). “Rekonsiliasi Bulanan Sebagai Metode Praktis untuk Mengetahui Ketidaksesuaian Antara Rencana Penambangan dan Kondisi Aktual, Studi Kasus Pit 4-7 Senakin Mine Site, PT. Arutmin Indonesia.” Prosiding TPT XXII Perhapi 2013.
- Suardi, U. (2012). Identifikasi Penyebaran dan Analisis *Stripping Ratio* (SR) Seam Batubara Dengan Menggunakan Data Geofisika Logging Pada Area Pit-3 Konsesi Tambang Batubara di Kohong-Kalimantan Tengah. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Lampung.
- Syahputra. (2012). Rekonsiliasi Sequence Penambangan Perencanaan Jangka Panjang dengan Kondisi Aktual Studi Kasus Pit Selatan Tambang Senakin. PT. Arutmin Indonesia Periode Q4 2010 – Q3 2011. Prosiding TPT Perhapi 2012. Jakarta: PERHAPI.
- Tenriajeng, A.T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- Thompson, R.J. (2005). *Surface Strip Coal Mining Handbook*. Newcastle: SACMA.
- Wicaksono, S. A., & Linarti, U. (2021). Pengukuran Efektivitas Kinerja *Excavator* pada Pengupasan *Overburden* (OB) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE): Studi Kasus di Pit 7 PT XYZ Kintap, Kalimantan Selatan. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(2), 173–182.
- Zega, R.A. (2016). ”Analisis Ketercapaian Perencanaan Tambang Berbasis Rekonsiliasi Blok Penambangan Untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Sebesar 1.800.000 Ton Per Tahun Pada Kuari Puser di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk”. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.

LAMPIRAN

Spesifikasi Alat Gali Muat Batubara

Lampiran 1. Spesifikasi Alat Liugong

952E^{DM} SPECIFICATIONS >>>

PERFORMANCE PARAMETERS	
Operating Weight	50,000 kg
Std. Bucket Heaped Capacity (Referenced)	2.2 m ³ (2.9 yd ³)
Maximum Travel Speed	5.3 km/h (3.4 mph)
Swing Speed	8.5 rpm
Drawbar Pull	386 kN (86,776 lbf)
Bucket Digging Force (ISO)	310 kN (69,691 lbf)
Arm Digging Force (ISO)	287 kN (64,520 lbf)

ENGINE	
Emission Regulation	Tier 4F / Stage V
Maker	Cummins
Model	X12
Rated Power	298 kW (400 hp / 405 ps) @ 2,100 rpm
Net Power	282 kW (378 hp / 383 ps) @ 2,100 rpm
Peak Torque	2,034 N·m (1,500 lbf-ft) @ 1,400 rpm
Number of Cylinders	6
Displacement	11.8 L (3.1 gal)

UNDERCARRIAGE	
Shoe Width	600 mm
Number of Shoes per Side	50
Number of Bottom Rollers per Side	9
Number of Upper Rollers per Side	2

DIMENSIONS	
A Shipping Length	12,030 mm
B Shipping Height	3,810 mm
C Track Gauge	2,740 mm
D Undercarriage Width	3,440 mm
E Length to Center of Rollers	4,475 mm
F Track Length	5,500 mm
G Overall Width of Upper Structure	3,110 mm
H Tail Swing Radius	3,640 mm
I Counterweight Ground Clearance	1,324 mm
J Overall Height of Cab	3,307 mm
K Min. Ground Clearance	532 mm



Unit: mm

WORKING RANGE	
Boom Length	7,060 mm (23'2")
Arm Length	2,900 mm (9'6")
A Max. Digging Reach	11,585 mm (38')
B Max. Digging Reach on Ground	11,368 mm (37')
C Max. Digging Depth	7,380 mm (24'3")
D Max. Digging Depth, 2.44 m (8') level	7,218 mm (23'8")
E Max. Vertical Wall Digging Depth	6,011 mm (19'9")
F Max. Cutting Height	10,618 mm (34'10")
G Max. Dumping Height	7,578 mm (24'10")
H Min. Front Swing Radius	5,052 mm (16'7")

HYDRAULIC SYSTEM	
Main Pumps Total Flow	760 L/min (200.8 gal/min)
Relief Pressure, main	34.3 MPa (4,975 psi)
Relief Pressure, boost	37.2 MPa (5,395 psi)

SERVICE CAPACITIES	
Fuel Tank	650 L (171.7 gal)
Engine Oil	34 L (9 gal)
Cooling System	33 L (8.7 gal)
Hydraulic Reservoir	290 L (76.6 gal)
Hydraulic System Total	520 L (137.4 gal)

Guangxi Liugong Machinery Co., Ltd.
No. 1 Lube Road, Luzhou, Guangxi 545007, P.R. China
12/2020 Designed by LiuGong

bobot kerja dengan kabin	46500-48300 kg
Kapasitas <i>Bucket</i>	2.8
Kecepatan travel maksimum (Tinggi)	5.3 km/j
Kecepatan travel maksimum (Rendah)	3.1 km/j
Kecepatan ayun maksimum	8.5 rpm

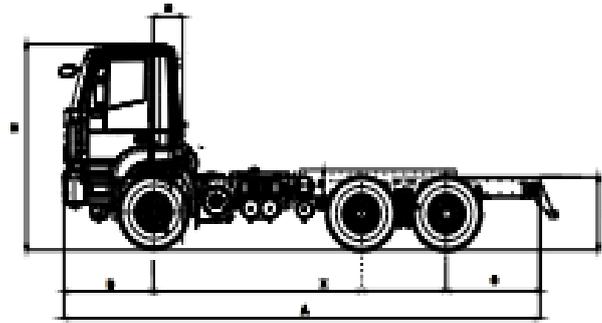
Lampiran 2. Spesifikasi Quester



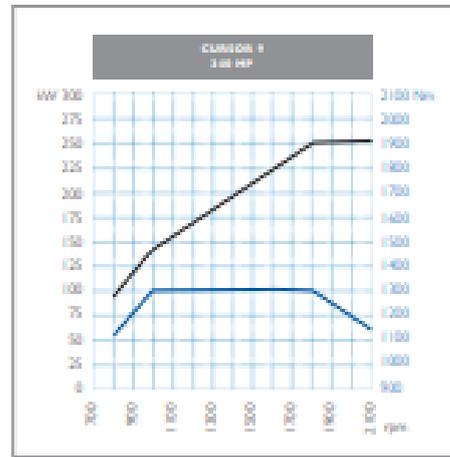
DIMENSI (mm)		CWE 370	
WB, Wheelbase		4.100 + 1.370	
OL, Panjang total		8.375	
OW, Lebar total		2.500	
OH, Tinggi total		3.220	
BERAT (kg)		RANGKA	
Berat kosong chassis			FST8080
GVW/GCW		Lebar x Tinggi x Tebal	90mm x 300mm x 8mm
		Ketebalan dalam	Ketebalan 5mm mulai dari akhir mesin sampai dengan ujung chassis
MESIN		REM	
	GH11E 370 E5		Full Air
Type	Mesin diesel Unit Injector dengan 6 Silinder, OHC	Rem utama	Dual-line system dengan S-Cam dan brake chamber di posisi yang tinggi
Isi Silinder	10,837 liter	RODA & BAN	
Output maksimum	370 hp (279 kW) @ 1.900 rpm / 375 ps	Ukuran ban	11.00.20.16PR
Torsi maksimum	1.700 Nm @ 1.000 - 1.400 rpm / 173 kgm	Ukuran roda	Steel wheel rims - 8.0" x 20"
Standar emisi	Euro 5	KAPASITAS TANGKI	
TRANSMISI		Volume tangki BBM	315 liter
	STO2009	Volume tangki AdBlue *	34 / 50 liter
Type	9-Kecepatan Over Drive dirancang untuk torsi 2.000 Nm	PERFORMA	
Jumlah gigi	9 maju dan 1 mundur	Gradeability (tan θ)	Hub Reduction
Diameter kopling (mm)	430		0,70
SUMBU BELAKANG		KABIN	
	RTH2611	Type	Sleeper Cab
Type	Tandem axle dengan hub reduction	INTERIOR	
Final gear ratio	6,37	Standar	Air conditioner Fuel coaching system Telematics

Lampiran 3. Spesifikasi Alat Iveco

NEW 682
DC330G34H RIGID 6X4 EURO 3



DIMENSIONS (mm)		
X	Wheelbase	3325
	Tandem	1350
A	Overall length over bumpers	6985
B	Front overhang	1435
C	Rear overhang	875
	Maximum width	2500
	Minimum turning diameter	15884
D	Front axle to back of cab	464
E	Frame height at frame end	1080
	Minimum ground clearance	271
	Front track	2006
	Rear track	1858
H	Overall height to top of cab	3065
	Frame thickness	8+4



MAXIMUM WEIGHTS (Kg)	
GVM Legal weights	25000
GVM Design weights	33500
GCM Design weights	62000
Front axle Legal weights	7500
Tandem Legal weight	18000
Front axle Design weights	7500
Tandem Design weight	26000

KERB WEIGHTS (Kg)	
Front axle	4320
Rear axle	4360
Total	8680
Body/Payload @ GVM	16320

ENGINE	
Type	IVECO Cursor 9 F3CE68B1C7B
Turbocharger	VGT + Waste-gas valve
Cylinders in line	6
Bore (mm)	117
Stroke (mm)	135
Capacity (litres)	8,709
Max power (HP/kW)	340/250
@ rpm	1800-2100
Max torque (Nm/kG)	1300/132
@ rpm	1000-1750
EEC emissions regulation	Euro 3
Fuel system	High pressure common rail
Speed limiter	90km/h
Air admission/Filter type	Rear cab snorkel/dry - Horizontal

Lampiran. 4 spesifikasi alat hitachi



Engine Model	: Isuzu AA-6WG1TQA
Engine Type	: 6 cylinders, direct injection, turbocharged
Engine Power	: 235 kW (315 HP)
<i>Bucket Capacity</i>	: 2,8 m ³
Maximum Travel Speed	: 5,1 km/h
Maximum Swing Speed	: 9,0 rpm
Maximum Traction Force	: 329 Kn
Gradeability	: 70% (35 degree)
<i>Bucket Digging Force</i>	: 285 kN
Arm Crowd Force	: 294 kN
Boom / Arm	: 7000 mm/ 2.500 mm
Overall Width	: 3.820 mm
Overall Length	: 12.240 mm
Track Shoe width	: 750 mm
Track shoe Length	: 5.470 mm
Operating Weigth	: 47.900 kg

Lampiran. 5 Excavator komatsu pc 400

PC400-8 HYDRAULIC EXCAVATOR

WALK-AROUND

Productivity Features

- High Production and Low Fuel Consumption**
High power, working performance and fuel efficiency improve production and fuel costs.
- Excellent Machine Stability**
Large counterweight offers superior machine stability and balance.
- Large Digging Force**
Pressing the Power Max function button temporarily increases the digging force 7%.
- Two-mode Setting for Boom**
Switch selector allows either powerful digging or smooth boom operation. See page 5.

Large TFT LCD Monitor

- Easy-to-see and use 7" large multi-function color monitor
- Cab for display in 12 languages for global support.

TFT: The One You See is All That You Get
See page 8.

Safety Design

- Cab dedicated to hydraulic excavator for protecting the operator in the event of machine roll-over.
- Anti-drip plates for safe work on machine.
- Rear-view monitoring system for easy checking behind the machine (optional). See page 7.

HYDRAULIC EXCAVATOR

PC400-8

HORSEPOWER
Gross: 257 kW (345 HP) @ 1,800 rpm
Net: 227 kW (315 HP) @ 1,800 rpm

OPERATING WEIGHT
PC400-8 (FWS) – 41,400 kg
30,070 – 30,000 kg
PC400LC-8 – 42,200 – 43,200 kg
30,270 – 30,200 kg

BUCKET CAPACITY
1.30 – 2.20 m³
1.70 – 2.60 yd³

Ecology and Economy Features

- Low emission engine
- A powerful turbocharged and air-to-air aftercooled Komatsu SAAN(D)30C-5 engine provides 257 kW (345 HP). This engine meets EPA Tier 5 and EU Stage 5A emission regulations, without sacrificing power or machine productivity.
- Economy mode saves fuel consumption.
- Low operation noise

See pages 4 and 5.

Large Comfortable Cab

- Low-noise cab
- Low vibration with cab damper mounting
- Highly pressurized cab with optional air conditioner
- Operator seat and console with armrest that enables operations in the appropriate operational posture.

See page 6.

Easy Maintenance

- Long replacement interval of engine oil, engine air filter, hydraulic oil and hydraulic filter.
- Equipped with fuel pre-filter as standard (with water separator)
- Side-by-side radiator and oil cooler configuration enables independent removal and installation of those two components.
- Equipped with the EMMS monitoring system.
- Easy access to engine oil filter and fuel drain valve.
- Large fuel tank capacity.
- High pressure in-line filter

See page 9.

Variable Track Gauge (optional)

- Greatly increases lateral stability
- Compliant with transportation regulations

See page 5.

Photos may include optional equipment.

Berat operasional	41.400 kg
Kapasitas <i>Bucket</i>	2,8 m ³
Kedalaman gali maksimum	7,8 m
Tinggi	3.340 mm
Panjang	11.905 mm
Lebar	3.265 mm

Berat operasional	41.400 kg
Kapasitas <i>Bucket</i>	2,8 m ³
Kedalaman gali maksimum	7,8 m
Tinggi	3.340 mm
Panjang	11.905 mm
Lebar	3.265 mm

Lampiran. 6. Spesifikasi Alat Gali Muat Excavator Backhoe Caterpillar CAT 340D



Berat	: 41.200 kg
Kapasitas <i>Bucket</i> (heaped)	: 2,9 m ³
Model mesin	: C9 ACERT
Tenaga mesin (ISO 14396)	: 208 kW
Rated engine RPM	: 1800
Displacement	: 8,8 L
Bore	: 112 mm
Stroke	: 149 mm
Gradeability	: 70%
Maximum travel speed	: 4,6 km/jam
Maximum drawbar pull	: 300 Kn

Lampiran. 7 *Swell Factor* material

Swell Factor berbagai material

Macam Material	Bobot isi (<i>density</i>) <i>lb/cu yd</i> <i>in-situ</i>	<i>Swell Factor</i> (<i>in-bank correction</i> <i>factor</i>)
Bauksit	2700-4325	0,75 (75%)
Tanah liat, kering	2300	0,85
Tanah liat, basah	2800-3000	0,74
Antrasit (<i>anthracite</i>)	2200	0,74
Bituminus (<i>bituminous coal</i>)	1900	0,74
Bijih Tembaga (<i>copper ore</i>)	3800	0,74
Tanah biasa, kering	2800	0,85
Tanah biasa, basah	3370	0,85
Tanah biasa, bercampur pasir, dan kerikil (<i>gravel</i>)	3100	0,90
Kerikil kering	2350	0,89
Kerikil basah	3600	0,88
Granit, pecah pecah	4500	0,67-0,56
Hemtit, pecah-pecah	6500-8700	0,45
Bijih besi (<i>iron ore</i>)	3600-5500	0,45
Batu kapur, pecah-pecah	2500-4200	0,83
Lumpur	2160-2970	0,83
Lumpur sudah ditekan	2970-3510	0,83
Pasir, kerikil	2200-3250	0,83
Pasir, basah	3300-3600	0,88
Serpilh (<i>shale</i>)	3000	0,75
Batusabak (<i>slate</i>)	4590-4860	0,77

Lampiran. 8 perhitungan waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat *Excavator*

Bachoe

Cycl time *fleet 1* alat gali muat *Oerburden* liugong 952E(1-531)

no	digging (s)	swing isi(s)	loading(s)	swing kosong(s)		
1	10,83	6,62	2,21	12,31		
2	13,48	4,78	3,31	13,01		
3	13,4	7,45	5,64	13,74		
4	15,84	4,66	4,05	11,41		
5	13,95	6,59	4,46	13,84		
6	10,64	5,79	3,94	12		
7	11,94	4,01	3,67	10,61		
8	13,94	6,33	5,69	13,12		
9	13,67	5,59	4,61	13,94		
10	15,19	6,04	5,23	10,41		
11	11,92	5,51	5,88	11,84		
12	12,17	5,09	3,51	12,45		
13	12,72	5,11	3,45	11,04		
14	15,42	6,47	4,92	10,12		
15	13,82	4,44	3,79	13,98		
16	11,63	6,02	4,16	11,03		
17	12,84	5,51	3,65	10,23		
18	15,84	4,51	3,46	10,84		
19	11,94	4,43	5,93	11,93		
20	15,83	7,97	3,51	10,63		
21	13,84	4,13	5,29	13,41		
22	13,98	7,03	4,73	11,1		
23	11,82	5,13	3,41	10,19		
24	13,9	5,14	3,92	13,04		
25	14,24	5,17	3,56	12,11		
26	13,13	4,05	3,71	13,61		
27	15,85	4,62	4,51	10,94		
28	11,38	4,09	3,99	11,93		
29	15,83	7,06	4,15	10,18		
30	12,62	4,41	4,95	12,61		
total	13,4533333	5,469310345	4,243	11,90655172	cycle time	35,07

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) rata rata alat gali muat batubara liugong (1-531)

Waktu edar rata rata = 35,07

Cycle time fleet 1 alat gali muat Oerburden liugong 952E(1-532)

no	digging (s)	swing isi(s)	loading(s)	swing kosong(s)		
1	13,82	5,44	3,79	13,98		
2	12,84	5,51	3,65	10,23		
3	14,83	6,62	2,21	12,31		
4	11,63	5,02	4,16	11,03		
5	13,4	7,45	5,64	13,74		
6	13,84	4,13	5,29	13,41		
7	13,13	7,05	3,71	13,61		
8	11,94	5,43	5,93	11,93		
9	12,19	6,04	5,23	10,41		
10	13,67	5,59	4,61	13,94		
11	11,94	4,01	3,67	10,61		
12	13,9	5,66	3,92	13,04		
13	12,72	5,11	3,45	11,04		
14	13,98	5,03	4,73	11,1		
15	13,84	4,51	3,46	10,84		
16	11,38	6,09	3,99	11,93		
17	13,48	6,78	3,31	13,01		
18	10,64	5,79	3,94	12		
19	14,24	6,17	3,56	12,11		
20	13,42	4,47	4,92	10,12		
21	10,83	4,06	4,15	10,18		
22	11,84	6,66	4,05	11,41		
23	11,82	5,34	3,41	10,19		
24	13,94	4,33	5,69	13,12		
25	12,62	4,41	4,95	12,61		
26	11,92	5,51	5,88	11,84		
27	13,95	6,59	4,46	13,84		
28	14,85	4,92	4,51	10,94		
29	14,83	6,97	3,51	10,63		
30	12,17	5,09	3,51	12,45		
total	12,9866667	5,52137931	4,243	11,90655172	cycle time(s)	34,67

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) rata rata alat gali muat batubara liugong (1-532)

Waktu edar rata rata = 34,67

Cycl time *fleet* 1 alat gali muat *Oerburden* liugong 952E(1-533)

no	digging (s)	swing isi(s)	loading(s)	swing kosong(s)		
1	12,64	5,79	3,94	11,93		
2	13,83	6,62	4,21	12,31		
3	11,82	5,34	3,41	13,95		
4	13,42	4,47	4,92	12,12		
5	11,84	4,66	4,05	11,41		
6	10,85	4,92	4,51	13,94		
7	13,84	4,13	5,29	13,41		
8	13,13	4,05	3,71	13,61		
9	12,17	5,09	3,51	12,45		
10	11,92	5,51	5,88	11,84		
11	11,38	4,09	3,99	11,93		
12	13,83	7,97	3,51	10,63		
13	12,62	4,41	4,95	12,61		
14	13,84	4,51	3,46	11,84		
15	11,94	4,01	3,67	13,61		
16	13,19	4,04	5,23	12,41		
17	13,83	7,06	4,15	13,98		
18	11,94	4,43	5,93	13,93		
19	13,95	6,59	4,46	13,84		
20	13,67	4,59	4,61	13,94		
21	12,72	5,11	3,45	13,04		
22	13,94	4,33	5,69	13,12		
23	11,63	3,02	4,16	12,24		
24	12,84	3,51	3,65	13,23		
25	13,82	4,44	3,79	13,98		
26	13,4	7,45	5,64	13,74		
27	13,9	5,66	3,92	13,04		
28	14,24	4,17	3,56	12,11		
29	13,98	7,03	4,73	13,94		
30	13,48	4,78	3,31	13,86		
total	12,9866667	5,03862069	4,309666667	12,95448276	cycle time	35,28944

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) rata rata alat gali muat batubara liugong (1-532)

Waktu edar rata rata = 35,28

Lampiran. 9 perhitungan waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat *Excavator*

Bachoe

Cycl time *fleet 2* alat gali muat *Oerburden* liugong 952E(1-528)

no	digging (s)	swing isi(s)	loading(s)	swing kosong(s)		
1	10,64	5,79	3,94	12		
2	10,83	6,62	2,21	12,31		
3	11,82	5,34	3,41	10,19		
4	10,42	4,47	4,92	10,12		
5	11,84	4,66	4,05	11,41		
6	10,85	4,92	4,51	10,94		
7	13,84	4,13	5,29	13,41		
8	13,13	4,05	3,71	13,61		
9	12,17	5,09	3,51	12,45		
10	11,92	5,51	5,88	11,84		
11	11,38	4,09	3,99	11,93		
12	10,83	7,97	3,51	10,63		
13	12,62	4,41	4,95	12,61		
14	10,84	4,51	3,46	10,84		
15	11,94	4,01	3,67	10,61		
16	10,19	4,04	5,23	10,41		
17	10,83	7,06	4,15	10,18		
18	11,94	4,43	5,93	11,93		
19	13,95	6,59	4,46	13,84		
20	13,67	4,59	4,61	13,94		
21	12,72	5,11	3,45	11,04		
22	13,94	4,33	5,69	13,12		
23	11,63	3,02	4,16	11,03		
24	12,84	3,51	3,65	10,23		
25	13,82	4,44	3,79	13,98		
26	13,4	7,45	5,64	13,74		
27	13,9	5,66	3,92	13,04		
28	14,24	4,17	3,56	12,11		
29	13,98	7,03	4,73	11,1		
30	13,48	4,78	3,31	13,01		
total	12,32	5,03862069	4,243	11,90413793	cycle time	33,5

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) rata rata alat gali muat batubara liugong (1-528)

Waktu edar rata rata = 33,50

Lampiran. 10 Perhitungan waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat *Excavator*
Backhoe.

Waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat batubara Hitachi ZX 350H (EXR-02)

no	digging (s)	swing isi(s)	loading(s)	swing kosong(s)	
1	10,64	5,79	3,94	12	
2	10,83	6,62	2,21	12,31	
3	11,82	5,34	3,41	10,19	
4	10,42	4,47	4,92	10,12	
5	11,84	4,66	4,05	11,41	
6	10,85	4,92	4,51	10,94	
7	13,84	4,13	5,29	13,41	
8	12,42	4,05	3,71	13,61	
9	11,17	5,09	3,51	12,45	
10	11,92	5,51	5,88	11,84	
11	11,38	4,09	3,99	11,93	
12	10,83	4,97	3,51	10,63	
13	10,62	4,41	4,95	12,61	
14	10,84	4,51	3,46	10,84	
15	11,94	4,01	3,67	10,61	
16	10,19	4,04	3,23	10,41	
17	10,83	5,06	4,15	10,18	
18	11,94	4,43	5,93	11,93	
19	13,95	5,59	4,46	13,84	
20	10,67	4,59	4,61	13,94	
21	12,72	5,11	3,45	11,04	
22	13,94	4,33	5,69	13,12	
23	11,63	3,02	4,16	11,03	
24	12,84	3,51	3,65	10,23	
25	13,82	4,44	3,79	13,98	
26	13,4	4,45	5,64	13,74	
27	13,9	5,66	3,92	13,04	
28	14,24	4,17	3,56	12,11	
29	13,98	7,03	4,73	11,1	
30	13,48	4,78	3,31	13,01	
total	12,03	4,67	4,16	11,9	32,77

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) rata rata alat gali muat *Overburden* Hitachi
ZX 350H EXR-02

Waktu edar rata rata = 32,77

Lampiran. 11 Perhitungan waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat *Excavator* Backhoe.

Waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat *Overburden* komatsu PC 400 (EXR-05)

no	digging (s)	swing isi(s)	loading(s)	swing kosong(s)	
1	10,64	5,79	3,94	12	
2	10,83	6,62	2,21	12,31	
3	11,82	5,34	3,41	10,19	
4	10,42	4,47	4,92	10,12	
5	11,84	4,66	4,05	11,41	
6	10,85	4,92	4,51	10,94	
7	13,84	4,13	5,29	13,41	
8	13,13	4,05	3,71	13,61	
9	12,17	5,09	3,51	12,45	
10	11,92	5,51	5,88	11,84	
11	11,38	4,09	3,99	11,93	
12	10,83	7,97	3,51	10,63	
13	12,62	4,41	4,95	12,61	
14	10,84	4,51	3,46	10,84	
15	11,94	4,01	3,67	10,61	
16	10,19	4,04	5,23	10,41	
17	10,83	7,06	4,15	10,18	
18	11,94	4,43	5,93	11,93	
19	13,95	6,59	4,46	13,84	
20	13,67	4,59	4,61	13,94	
21	12,72	5,11	3,45	11,04	
22	13,94	4,33	5,69	13,12	
23	11,63	3,02	4,16	11,03	
24	12,84	3,51	3,65	10,23	
25	13,82	4,44	3,79	13,98	
26	13,4	7,45	5,64	13,74	
27	13,9	5,66	3,92	13,04	
28	14,24	4,17	3,56	12,11	
29	13,98	7,03	4,73	11,1	
30	13,48	4,78	3,31	13,01	
total	12,32	5,04	4,24	11,90	33,50

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) rata rata alat gali muat *Overburden* komatsu PC 400 (EXR-05)

Waktu edar rata rata = 33,50

Lampiran. 12 Perhitungan waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat *Excavator*
Backhoe.

Waktu edar (*Cycle Time*) alat gali muat *Overburden* CAT (1-529)

no	digging (s)	swing isi(s)	loading(s)	swing kosong(s)	
1	10,64	5,79	3,94	12	
2	10,83	6,62	2,21	12,31	
3	11,82	5,34	3,41	10,19	
4	10,42	4,47	4,92	10,12	
5	11,84	4,66	4,05	11,41	
6	10,85	4,92	4,51	10,94	
7	13,84	4,13	5,29	13,41	
8	13,13	4,05	3,71	13,61	
9	12,17	5,09	3,51	12,45	
10	11,92	5,51	5,88	11,84	
11	11,38	4,09	3,99	11,93	
12	10,83	7,97	3,51	10,63	
13	12,62	4,41	4,95	12,61	
14	10,84	4,51	3,46	10,84	
15	11,94	4,01	3,67	10,61	
16	10,19	4,04	5,23	10,41	
17	10,83	7,06	4,15	10,18	
18	11,94	4,43	5,93	11,93	
19	13,95	6,59	4,46	13,84	
20	13,67	4,59	4,61	13,94	
21	12,72	5,11	3,45	11,04	
22	13,94	4,33	5,69	13,12	
23	11,63	3,02	4,16	11,03	
24	12,84	3,51	3,65	10,23	
25	13,82	4,44	3,79	13,98	
26	13,4	7,45	5,64	13,74	
27	13,9	5,66	3,92	13,04	
28	14,24	4,17	3,56	12,11	
29	13,98	7,03	4,73	11,1	
30	13,48	4,78	3,31	13,01	
total	369,6	146,12	127,29	345,22	33,32

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) rata rata alat gali muat *Overburden* CAT (1-529)

Waktu edar rata rata = 33,32

Lampiran. 13 Perhitungan produktivitas

1. Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Liugong 952e(1-531) *fleet* 1

Diketahui :	Kapasitas <i>Bucket</i> (Kb)	= 2,8 m ³
	<i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (CT _m)	= 35,28 s
	Fill Factor (Ff)	= 1
	<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,85
	Efisiensi Kerja (Eff)	= 0,70
Ditanya :	Produktivitas (Q _m)	= ... ?

Jawab :

$$Q_m = \frac{Kb \times Ff \times SF \times Eff \times 3600}{CT_m}$$

$$Q_m = \frac{2,8m^3 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 3600}{35,07}$$

$$Q_m = \frac{5.997,6}{35,07}$$

$$Q_m = 171,02 \text{ bcm/jam}$$

$$Q_m = 171,02 \text{ bcm/jam} \times 114 \text{ jam/bulan}$$

$$Q_m = 62.080 \text{ bcm/bulan}$$

2. Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Liugong 952e(1-532) *fleet* 1

Diketahui :	Kapasitas <i>Bucket</i> (Kb)	= 2,8 m ³
	<i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (CT _m)	= 35,28 s
	Fill Factor (Ff)	= 1
	<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,85
	Efisiensi Kerja (Eff)	= 0,70
Ditanya :	Produktivitas (Q _m)	= ... ?

Jawab :

$$Q_m = \frac{Kb \times Ff \times SF \times Eff \times 3600}{CT_m}$$

$$Q_m = \frac{2,8m^3 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 3600}{34,67}$$

$$Q_m = \frac{5.997,6}{34,67}$$

$$Q_m = 173 \text{ bcm/jam}$$

$$Q_m = 173 \text{ bcm/jam} \times 184 \text{ jam/bulan}$$

$$Q_m = 31.916 \text{ bcm/bulan}$$

3. Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Liugong 952e(1-533) *fleet* 1

Diketahui :	Kapasitas <i>Bucket</i> (Kb)	= 2,8 m ³
	<i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (CT _m)	= 35,28 s
	Fill Factor (Ff)	= 1
	<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,85
	Efisiensi Kerja (Eff)	= 0,70
Ditanya :	Produktivitas (Qm)	= ... ?

Jawab :

$$Q_m = \frac{Kb \times Ff \times SF \times Eff \times 3600}{CT_m}$$

$$Q_m = \frac{2,8 \text{ m}^3 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 3600}{35,28}$$

$$Q_m = \frac{5.997,6}{35,28}$$

$$Q_m = 170 \text{ bcm/jam}$$

$$Q_m = 170 \text{ bcm/jam} \times 179 \text{ jam/bulan}$$

$$Q_m = 30.559 \text{ bcm/bulan}$$

4. Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Liugong 952e(1-528) *fleet* 2

Diketahui :	Kapasitas <i>Bucket</i> (Kb)	= 2,8 m ³
	<i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (CT _m)	= 33,5 s
	Fill Factor (Ff)	= 1
	<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,85
	Efisiensi Kerja (Eff)	= 0,70
Ditanya :	Produktivitas (Qm)	= ... ?

Jawab :

$$Q_m = \frac{Kb \times Ff \times SF \times Eff \times 3600}{CT_m}$$

$$Q_m = \frac{2,8m^3 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 3600}{33,5}$$

$$Q_m = \frac{5.997,6}{33,5}$$

$$Q_m = 1.79,03 \text{ bcm/jam}$$

$$Q_m = 1.79,03 \text{ bcm/jam} \times 298 \text{ jam/bulan}$$

$$Q_m = 53.542 \text{ bcm/bulan}$$

5. Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* HITACHI (EXR-02) *fleet* 3

Diketahui :	Kapasitas <i>Bucket</i> (Kb)	= 2,8 m ³
	<i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (CT _m)	= 32,77 s
	Fill Factor (Ff)	= 1
	<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,85
	Efisiensi Kerja (Eff)	= 0,70
Ditanya :	Produktivitas (Q _m)	= ... ?

Jawab :

$$Q_m = \frac{Kb \times Ff \times SF \times Eff \times 3600}{CT_m}$$

$$Q_m = \frac{2,8m^3 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 3600}{32,77}$$

$$Q_m = \frac{5.997,6}{32,77}$$

$$Q_m = 180,02 \text{ bcm/jam}$$

$$Q_m = 183,02 \text{ bcm/jam} \times 268 \text{ jam/bulan}$$

$$Q_m = 49,181 \text{ bcm/bulan}$$

6. Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* KOMATSU (EXR 05) *fleet* 4

Diketahui :	Kapasitas <i>Bucket</i> (Kb)	= 2,8 m ³
	<i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (CT _m)	= 33,5 s
	Fill Factor (Ff)	= 1
	<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,85

Efisiensi Kerja (Eff) = 0,70
 Ditanya : Produktivitas (Qm) = ... ?
 Jawab :

$$Q_m = \frac{K_b \times F_f \times SF \times Eff \times 3600}{CT_m}$$

$$Q_m = \frac{2,8m^3 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 3600}{33,50}$$

$$Q_m = \frac{5.997,6}{33,50}$$

$$Q_m = 179,03 \text{ bcm/jam}$$

$$Q_m = 179,03 \text{ bcm/jam} \times 303 \text{ jam/bulan}$$

$$Q_m = 54.246,09 \text{ bcm/bulan}$$

7. Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator Liugong 952e(1-529) fleet 5*

Diketahui : Kapasitas *Bucket* (Kb) = 2,8 m³
 Cycle Time Alat Gali Muat (CT_m) = 33,32 s
 Fill Factor (Ff) = 1
 Swell Factor (SF) = 0,85
 Efisiensi Kerja (Eff) = 0,70
 Ditanya : Produktivitas (Qm) = ... ?
 Jawab :

$$Q_m = \frac{K_b \times F_f \times SF \times Eff \times 3600}{CT_m}$$

$$Q_m = \frac{2,8m^3 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 3600}{33,32}$$

$$Q_m = \frac{5.997,6}{33,5}$$

$$Q_m = 180 \text{ bcm/jam}$$

$$Q_m = 180 \text{ bcm/jam} \times 387 \text{ jam/bulan}$$

$$Q_m = 69.660 \text{ bcm/bulan}$$

Lampiran. 14 perhitungan *Stripping Ratio* (SR) dan Rencana Target produksi
Tahun 2024

Berdasarkan rencana kerjadari PT Banyan Koalindo Lestari pada bulan Juni 2024 mempunyai target produksi sebesar 604.660 BCM untuk *Overburden* dan 87.824 ton untuk batubara sehingga didapat *Stripping Ratio* (SR) sebagaiberikut:

$$SR = \frac{\text{Jumlah Overburden yang dikupas}}{\text{jumlah batubara yang di gali}}$$

$$SR = \frac{604.660}{87.824}$$

$$SR=6,8$$

Setelah dilakukan kegiatan penambangan,maka didapat banyaknya *Overburden* sebesar 313.561 bcm untuk *Overbuden* dan 55.178 ton untuk batubara. Sehingga didapat *Stripping Ratio* (SR) sebagai berikut:

$$SR = \frac{\text{Jumlah Overburden yang dikupas}}{\text{jumlah batubara yang di gali}}$$

$$SR = \frac{313.561}{55.178}$$

$$SR=5,7$$

Dengan adanya sisa penggalian pada bulan juni 2024 sebanyak 198.751 bcm untuk *Overburden* dan 32.646 ton untuk batubara ,serta setelah diakumulasikan sisa penggalian dari bulan januari hingga juni sebanyak 1.299.557bcm dan 219.705 ton batubara ,maka besarnya *Stripping Ratio* (SR) pada bulan Juli 2024 sebagai berikut:

$$SR = \frac{\text{Jumlah Overburden yang dikupas}}{\text{jumlah batubara yang di gali}}$$

$$SR = \frac{591.084}{82.403,5}$$

$$SR=7,2$$

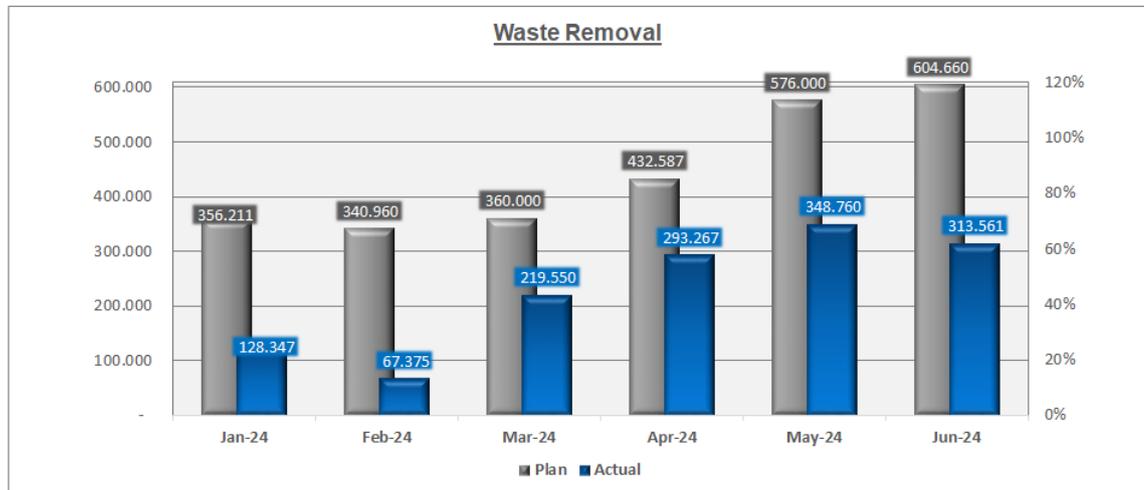
Lampiran. 15 target produksi tahun 2024

Tabel rencana target produksi tahun 2024

Maka disepakati bahwa target produksi Pit Selatan Tahun 2024 sebagai berikut :

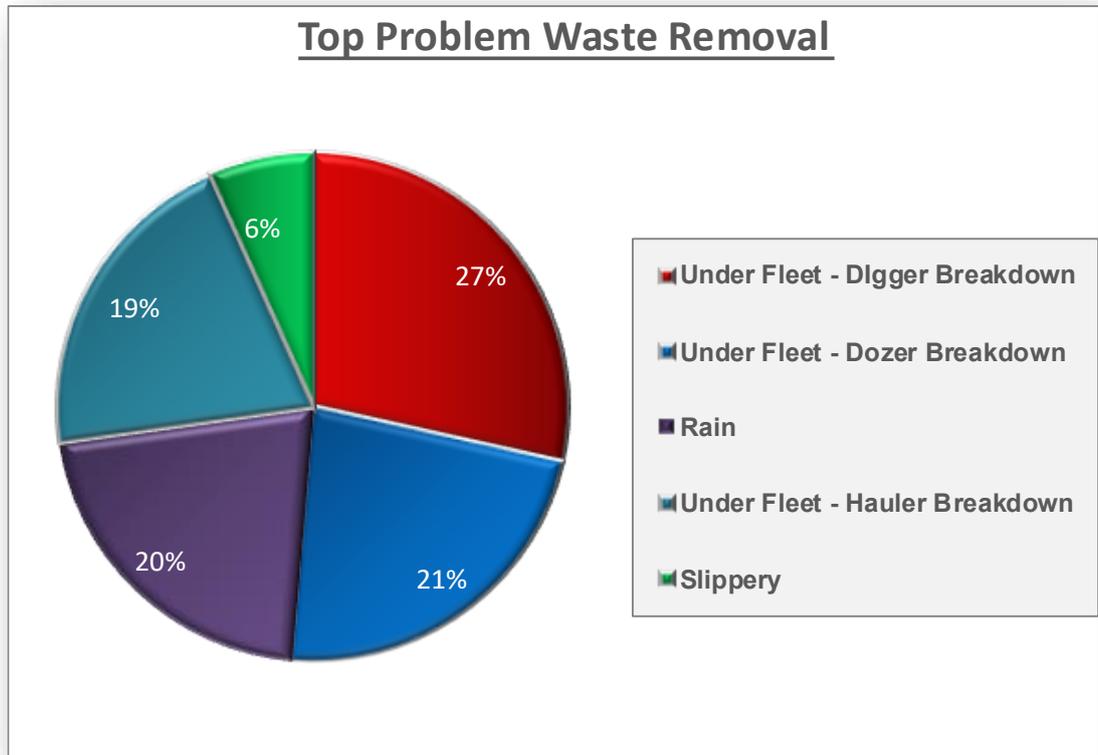
Mining	Class Type	Jan-24	Feb-24	Mar-24	Apr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Aug-24	Sep-24	Oct-24	Nov-24	Dec-24
Overburden	Bcm	356,211	340,960	318,296	411,219	440,233	503,286	512,988	491,175	468,584	396,708	294,476	383,229
Coal	Mt	40,223	45,154	44,670	49,214	58,397	64,474	67,120	67,409	63,226	50,225	27,819	45,873
SR	Bcm/Mt	8.86	7.55	7.13	8.36	7.54	7.81	7.64	7.29	7.41	7.90	10.59	8.35

Mining	Class Type	2024 Production
Overburden	Bcm	4,917,365
Coal	Mt	623,804
SR	Bcm/Mt	7.88



		Jan-24	Feb-24	Mar-24	Apr-24	May-24	Jun-24	Cummulative
Waste Removal	Plan	356.211	340.960	360.000	432.587	576.000	604.660	2.670.418
	Actual	128.347	67.375	219.550	293.267	348.760	313.561	1.370.861
	Achievment	36%	20%	61%	68%	61%	52%	51%

Lampiran. 16 presentasi permasalahan utama,terjadinya ketidaksesuaian



NO	PROBLEM	VOLUME	PERCENTAGE
1	Under Fleet - Digger Breakdown	59.547	27%
2	Under Fleet - Dozer Breakdown	47.796	21%
3	Rain	44.763	20%
4	Under Fleet - Hauler Breakdown	43.117	19%
5	Slippery	13.774	6%

Lampiran. 17 Jam kerja dan kesediaan alat (availability) alat gali muat di Pit selatan bulan juni 2024

Tabel E.1. Jam kerja alat gali muat batubara bulan Juni 2024

Tipe Alat	Work (W)	Stand By (S)	Repair (R)	MOHH
Komatsu pc 400 (EXR-03)	356,0	329	34,6	720

Tabel E.2. Jam kerja alat gali muat *Overburden* bulan Juni 2024

NO	CLASS	BRAND	DIGGER	Working Hours	Breakdown	Standby	MOHH Plan
1	PC 400	LIUGONG	1-531	197	347	175	720
2	PC 400	LIUGONG	1-532	250	300	170	720
3	PC 400	LIUGONG	1-533	286	208	226	720
4	PC 400	LIUGONG	1-528	415	52	253	720
5	PC 400	HITACHI	EXR-02	394	57	269	720
6	PC 400	KOMATSU	EXR-05	430	16	267	720
7	PC 400	CAT	1-529/EXR-03	384	132	204	720

Tabel E.3. Presentase kesediaan (availability) alat gali muat batubara bulan Juni 2024

Tipe Alat	PA	MA	UA	EU
Komatsu pc 400 (EXR-03)	91%	52%	95%	49%

Tabel E.4. Presentase kesediaan (availability) alat gali muat *Overburden* bulan Juni 2024

Tipe Alat	PA	MA	UA	EU
Liugong (1-5313)	56%	66%	71%	40%
Liugong (1-528)	62%	66%	93%	58%
Hitachi 350 (EXR-02)	59%	65%	92%	55%
Komatsu (EXR-05)	61%	61%	98%	60%
CAT 340D (1-529)	65%	65%	82%	53%

Lampiran. 18 curah hujan PT Banyan Koalindo Lestari Tahun 2024

Date	Rain Fall (mm)												Y02024
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1	-	71,50	7,00	5,50	24,50	-							108,50
2	25,00	3,50	113,50	-	9,50	29,50							181,00
3	19,00	27,00	-	33,00	9,50	-							88,50
4	-	44,90	65,30	105,70	2,50	1,00							219,40
5	-	5,80	17,00	-	-	12,50							35,30
6	32,00	11,50	13,50	22,00	15,90	2,90							97,80
7	9,00	38,00	19,00	-	21,50	13,50							101,00
8	-	30,00	52,00	-	-	12,40							94,40
9	25,00	14,00	58,00	-	40,00	3,40							140,40
10	28,00	0,80	-	-	15,50	32,50							76,80
11	22,00	2,00	-	-	-	1,00							25,00
12	30,00	6,00	59,00	-	-	45,50							140,50
13	15,00	35,50	-	-	-	-							50,50
14	32,00	30,00	-	-	34,50	-							96,50
15	33,00	26,60	89,00	-	-	51,50							200,10
16	28,00	169,00	13,00	0,60	-	4,50							215,10
17	8,00	5,80	56,00	-	-	11,00							80,80
18	35,00	2,00	22,00	-	0,80	5,00							64,80
19	7,00	30,50	11,00	6,00	-	-							54,50
20	19,00	35,00	8,00	10,00	-	-							72,00
21	11,00	19,00	-	-	-	1,00							31,00
22	16,00	0,50	-	10,40	20,00	-							46,90
23	36,00	6,00	3,00	26,00	-	-							71,00
24	10,50	38,00	0,30	-	5,50	-							54,30
25	10,50	12,00	15,00	3,50	5,50	-							46,50
26	1,50	3,50	0,40	-	-	-							5,40
27	25,50	1,00	6,00	2,40	2,00	16,90							53,80
28	17,50	8,90	6,00	3,00	-	12,00							47,40
29	11,00	-	0,10	1,60	5,40	12,80							30,90
30	16,60		6,70	-	-	-							23,30
31	2,00		-		-								2,00
R' day	27,0	28,0	23,0	13,0	15,0	18,0	-	-	-	-	-	-	31,0
Total	525,1	678,3	640,8	229,7	212,6	268,9	-	-	-	-	-	-	2.555,4
Cumm	525,1	1.203,4	1.844,2	2.073,9	2.286,5	2.555,4	2.555,4	2.555,4	2.555,4	2.555,4	2.555,4	2.555,4	5.110,8
Max	36,0	169,0	113,5	105,7	40,0	51,5	-	-	-	-	-	-	219,4
Min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
Avg	19,4	24,2	27,9	17,7	14,2	14,9	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	82,4

Date	RAIN DURATION (Hour)						
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Y02024
1	-	9,68	1,75	6,30	5,18	-	22,91
2	4,02	10,83	20,45	2,02	2,38	8,90	48,60
3	3,23	12,00	-	9,21	13,64	-	38,08
4	-	6,77	11,00	7,67	1,88	2,67	29,99
5	-	9,63	6,85	0,95	-	3,05	20,48
6	8,90	1,48	6,92	2,03	5,00	4,75	29,08
7	2,87	10,50	10,90	-	9,33	4,08	37,68
8	-	8,22	12,48	-	3,35	6,53	30,58
9	6,17	4,87	8,30	-	10,50	7,18	37,02
10	6,28	0,38	-	-	12,83	4,97	24,46
11	11,53	1,02	-	-	6,38	4,33	23,26
12	9,67	2,47	8,75	-	-	7,03	27,92
13	2,12	7,77	-	-	-	-	9,89
14	10,58	7,00	-	-	11,10	-	28,68
15	9,97	8,25	6,68	-	1,50	8,52	34,92
16	5,96	13,87	13,50	3,97	-	4,58	41,88
17	0,38	9,95	5,53	-	-	3,52	19,38
18	13,15	0,97	2,80	-	0,72	0,42	18,06
19	0,58	4,33	2,62	5,47	-	-	13,00
20	6,83	3,83	2,92	7,57	0,77	-	21,92
21	2,15	10,22	-	-	-	0,32	12,69
22	3,63	7,08	-	1,68	6,43	-	18,82
23	7,17	7,47	1,13	9,03	-	-	24,80
24	1,32	3,33	0,13	-	2,15	-	6,94
25	7,53	6,08	2,42	4,50	8,50	-	29,03
26	1,70	2,38	0,67	-	-	-	4,75
27	13,35	0,50	9,42	2,68	2,00	5,79	33,74
28	12,20	5,27	2,12	1,96	-	9,73	31,27
29	12,42	-	0,65	0,45	4,52	9,07	27,11
30	3,74		10,80	-	-	-	14,54
31	5,38		-		-		5,38
R' day	27,0	28,0	23,0	15,0	19,0	18,0	31,0
Total	172,8	176,15	148,8	65,5	108,16	95,4	766,9
Cumm	172,8	349,0	497,8	563,3	671,4	766,9	1.533,7
Max	13,4	13,9	20,5	9,2	13,6	9,7	48,6
Min	-	-	-	-	-	-	4,8
Avg	6,4	6,3	6,5	4,4	5,7	5,3	24,7

Date	SLIPPERY DURATION (Hour)												Y02024
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1	-	3,37	-	1,30	4,90	-							9,57
2	6,03	4,68	3,55	-	4,73	5,77							24,76
3	14,45	8,35	4,58	4,52	4,11	4,37							40,38
4	1,78	5,20	-	2,50	4,47	5,48							19,43
5	-	14,37	8,67	9,75	-	-							32,78
6	-	9,12	4,67	-	-	4,17							17,96
7	5,58	-	2,02	-	5,28	5,08							17,96
8	-	12,00	6,88	-	2,65	1,13							22,66
9	6,62	9,68	3,52	-	-	7,14							26,96
10	7,02	1,12	7,33	-	3,50	2,00							20,97
11	1,67	-	-	-	-	0,83							2,50
12	3,35	0,37	4,00	-	-	-							7,72
13	5,20	8,00	3,42	-	-	7,90							24,52
14	-	10,00	-	-	2,00	-							12,00
15	7,88	10,30	1,00	-	6,30	1,53							27,01
16	8,15	8,07	7,33	5,37	-	4,60							33,52
17	4,07	14,05	4,28	-	-	2,10							24,50
18	-	6,52	5,50	-	0,58	3,72							16,32
19	7,32	10,13	1,43	9,13	-	-							28,01
20	4,67	15,11	2,93	9,87	0,38	-							32,96
21	14,35	11,00	1,40	4,57	-	0,68							32,00
22	3,78	4,92	-	-	6,30	-							15,00
23	6,81	-	0,50	5,78	3,45	-							16,54
24	19,72	4,28	0,13	4,86	4,10	-							33,10
25	4,17	2,78	4,98	1,08	4,20	-							17,22
26	6,00	2,13	0,67	2,30	4,92	-							16,02
27	5,10	-	2,12	1,02	1,42	3,52							13,18
28	7,97	4,62	5,27	3,18	-	1,60							22,63
29	7,13	2,72	1,00	0,62	-	7,00							18,47
30	6,99		1,20	-	2,27	4,40							14,86
31	12,50		2,92		-								15,42
R' day	25,0	25,0	26,0	15,0	18,0	19,0	-	-	-	-	-	-	31,0
Total	178,3	182,9	91,3	65,9	65,56	73,0	-	-	-	-	-	-	656,9
Cumm	178,3	361,2	452,5	518,3	583,9	656,9	656,9	656,9	656,9	656,9	656,9	656,9	1.313,9
Max	19,7	15,1	8,7	9,9	6,3	7,9	-	-	-	-	-	-	40,4
Min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
Avg	7,1	7,3	3,5	4,4	3,6	3,8	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	21,2

Lampiran. 19 contoh format data *Lose time (Delay Time)* untuk laporan bulanan

Unit Number	Type	Change Location	Front Prepare	Road Maintenance	WD Prepare	Wait Operator	No Operator	Wait Hauler	No Hauler	No Dozer	Lately Start	Early Finish
OB												
EXR-02	HITACHI ZAXIS 476											
EV22	CAT 340D2L											
1-533	LIUGONG 952E											
1-528	LIUGONG 952E											
EXR-05	KOMATSUP C 400											
COAL												
EXR-03	KOMATSU PC400											