

## DAFTAR ISI

|                                                      | Halaman |
|------------------------------------------------------|---------|
| RINGKASAN .....                                      | v       |
| SUMMARY .....                                        | vi      |
| KATA PENGANTAR.....                                  | vii     |
| DAFTAR ISI .....                                     | viii    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                  | x       |
| DAFTAR TABEL.....                                    | xi      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                | xiii    |
| <br>BAB                                              |         |
| I PENDAHULUAN.....                                   | 1       |
| 1.1. Latar Belakang .....                            | 1       |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                           | 2       |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                          | 2       |
| 1.4. Batasan Masalah.....                            | 2       |
| 1.5. Metode Penelitian.....                          | 3       |
| 1.6. Tahapan Penelitian .....                        | 5       |
| 1.7. Manfaat Penelitian.....                         | 5       |
| II TINJAUAN UMUM .....                               | 6       |
| 2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah.....               | 6       |
| 2.2. Keadaan Iklim Dan Curah Hujan .....             | 8       |
| 2.3. Keadaan Geologi .....                           | 8       |
| 2.4. Kegiatan Penambangan Batubara.....              | 13      |
| 2.5. Spesifikasi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut..... | 15      |
| III DASAR TEORI .....                                | 17      |
| 3.1. Sistem Penambangan.....                         | 17      |
| 3.2. Kegiatan Penggalian-Pemuatan.....               | 18      |
| 3.3. Geometri <i>Front</i> Kerja Penambangan.....    | 21      |
| 3.4. Faktor Produktivitas Alat Gali-Muat.....        | 23      |
| 3.5. <i>Cycle Time</i> Alat Gali-Muat .....          | 26      |
| 3.6. Produktivitas Alat gali-muat.....               | 26      |
| IV HASIL PENELITIAN.....                             | 27      |

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Tinjauan Terkait <i>Working Geometry</i> Aktual.....                                                             | 27 |
| 4.2. Produktivitas Alat Gali-Muat .....                                                                               | 28 |
| 4.3. Kondisi Tiap <i>Interburden</i> .....                                                                            | 30 |
| V PEMBAHASAN .....                                                                                                    | 35 |
| 5.1. Rancangan <i>Working Geometry Front Overburden Pit</i> WARA .....                                                | 35 |
| 5.2. Pengaruh <i>Working Geometry</i> Terhadap Produktivitas Alat gali-muat<br><i>Excavator</i> Komatsu PC 1250 ..... | 36 |
| 5.3. Optimalisasi <i>Cycle Time</i> Dan Penempatan Optimal Pada Alat Gali-Muat<br>Komatsu PC1250.....                 | 38 |
| VI PENUTUP .....                                                                                                      | 42 |
| 6.1. Kesimpulan.....                                                                                                  | 42 |
| 6.2. Saran.....                                                                                                       | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                                                                   | 43 |
| LAMPIRAN.....                                                                                                         | 46 |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                           | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.1 Tahapan Penelitian .....                                                     | 5       |
| 2.1 Peta Kesampaian Lokasi Modifikasi Arcgis .....                               | 7       |
| 2.2 Curah Hujan Harian Maksimum .....                                            | 8       |
| 2.3 Peta Geologi Lokal Lokasi Tambang .....                                      | 9       |
| 2.4 Stratigrafi Regional Daerah Lokasi Tambang PT Adaro Indonesia .....          | 11      |
| 2.5 Peta Litologi PT Adaro Indonesia .....                                       | 13      |
| 2.7 <i>Business Process</i> PT Putra Perkasa Abadi .....                         | 14      |
| 3.1 Metode <i>Strip Mining</i> .....                                             | 18      |
| 3.2 Pola Pemuatan <i>Single Back Up</i> dan <i>Double Back Up</i> .....          | 19      |
| 3.3 Pola Pemuatan <i>Top Loading</i> dan <i>Bottom Loading</i> .....             | 20      |
| 3.4 Pola Pemuatan <i>Frontal Cut</i> dan <i>Parallel Cut with Drive-by</i> ..... | 20      |
| 3.5 Bagian-Bagian <i>Bench</i> .....                                             | 21      |
| 3.6 Bagian-Bagian Jenjang Kerja .....                                            | 22      |
| 4.1 Tinggi <i>front overburden</i> komatsu PC1250 yang rendah .....              | 27      |
| 4.2 Lebar <i>front overburden</i> PC1250 untuk <i>loading</i> yang sempit .....  | 27      |
| 5.1 <i>Dump Truck</i> Tidak Dapat Melakukan Manuver Siap Mundur .....            | 36      |
| 5.2 Grafik Hubungan Tinggi Jenjang Terhadap BFF .....                            | 37      |
| 5.3 Grafik Hubungan Lebar <i>Front</i> Terhadap <i>Swing Time</i> .....          | 37      |
| 5.4 Grafik Hubungan <i>Cycle Time</i> Terhadap PDTY .....                        | 38      |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                         | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 Spesifikasi Alat Gali-Muat Komatsu PC1250 .....                           | 16      |
| 2.2 Spesifikasi Dump truck Komatsu HD 785.....                                | 16      |
| 3.1 Faktor Pengembangan Material <i>Swell Factor</i> .....                    | 24      |
| 3.2 Klasifikasi Efisiensi Kerja.....                                          | 25      |
| 4.1 <i>Working geometry Front</i> Aktual Alat Gali-Muat Komatsu PC 1250 ..... | 28      |
| 4.2 <i>Working Geometry</i> Ideal.....                                        | 28      |
| 4.3 <i>Bucket Fill Factor</i> .....                                           | 29      |
| 4.4 Cycle Time Alat Gali-Muat PC1250 .....                                    | 30      |
| 4.5 Produksi Alat Gali-Muat Komatsu PC 1250.....                              | 30      |
| 4.6 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan A-A' .....                      | 31      |
| 4.7 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan B-B' .....                      | 31      |
| 4.8 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan C-C' .....                      | 32      |
| 4.9 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan D-D' .....                      | 32      |
| 4.10 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan E-E' .....                     | 32      |
| 4.11 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan F-F' .....                     | 32      |
| 4.12 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan G-G' .....                     | 33      |
| 4.13 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan H-H' .....                     | 33      |
| 4.14 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan I-I' .....                     | 34      |
| 4.15 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan J-J' .....                     | 34      |
| 4.16 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan K-K' .....                     | 34      |
| 5.1 Rancangan Perbaikan <i>Working Geometry</i> Alat Gali-Muat .....          | 35      |
| 5.2 Optimalisasi <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 1250.....             | 38      |
| 5.3 Produktivitas Setelah Perbaikan.....                                      | 39      |
| 5.4 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan A-A' .....                      | 39      |
| 5.5 Lebar <i>Interburden</i> Blok EWT Sayatan B-B' .....                      | 39      |
|                                                                               | Halaman |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 5.6 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan C-C' .....  | 39 |
| 5.7 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan D-D' .....  | 40 |
| 5.8 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan E-E' .....  | 40 |
| 5.9 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan F-F' .....  | 40 |
| 5.10 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan G-G' ..... | 40 |
| 5.11 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan H-H' ..... | 40 |
| 5.12 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan I-I' ..... | 40 |
| 5.13 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan J-J' ..... | 40 |
| 5.14 Lebar Interburden Blok EWT Sayatan K-K' ..... | 41 |

## DAFTAR LAMPIRAN

| LAMPIRAN                                                        | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| A. PERHITUNGAN CURAH HUJAN.....                                 | 46      |
| B. SPESIFIKASI ALAT GALI-MUAT .....                             | 47      |
| C. SPESIFIKASI ALAT ANGKUT .....                                | 49      |
| D. <i>WORKING GEOMETRY FRONT</i> .....                          | 51      |
| E. FAKTOR PENGEMBANGAN MATERIAL ( <i>SWELL FACTOR</i> ).....    | 52      |
| F. <i>BUCKET FILL FACTOR</i> .....                              | 53      |
| G. EFISIENSI KERJA ALAT GALI-MUAT .....                         | 57      |
| H. WAKTU EDAR ALAT GALI-MUAT .....                              | 59      |
| I. UJI KECUKUPAN DATA .....                                     | 72      |
| J. PRODUKTIVITAS ALAT GALI-MUAT .....                           | 75      |
| K. PETA <i>INTERBURDEN</i> DAN <i>CROSSECTION</i> SAYATAN ..... | 77      |
| L. PETA PENEMPATAN ALAT GALI-MUAT KOMATSU PC1250.....           | 80      |
| M. PETA PIT WARU .....                                          | 81      |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam industri pertambangan batubara, pengelolaan *front overburden* merupakan elemen kunci yang menentukan efisiensi dan produktivitas dalam tambang batubara. Perusahaan kontraktor ini berada pada *jobsite* PT Adaro Indonesia (AI) memiliki wilayah area kerja aktif yaitu *pit* Wara.

Penelitian dilakukan pada *pit* WARA *cluster* EWT (*End Wall Timur*). Hal ini dikarenakan pada *cluster* EWT memiliki kondisi lapisan batubara yang bersifat *multi-seam*. Dimana kondisi *multi-seam* ini merupakan *seam* batubara yang dipisahkan oleh lapisan *Interburden* dengan ketebalan yang beragam. Alat gali-muat yang digunakan ialah *backhoe excavator* Komatsu PC 1250. Dalam kondisi aktual dilapangan ditemukan kondisi *working geometry backhoe excavator* Komatsu PC 1250 yang belum sesuai dengan lebar *front* 23, 24, dan 30 meter dan tinggi jenjang kerja 2.2, 2.3, dan 2.7 meter.

Hal ini menyebabkan produksi *front overburden* pada Pit Wara *cluster* EWT pada triwulan 2 tahun 2024 tidak mencapai target yang ditetapkan. Target produksi yang direncanakan untuk triwulan 2 tahun 2024 adalah sebesar 3.173.500 bcm. Untuk mencapai target tersebut, maka alat gali-muat Komatsu PC1250 disarankan memiliki produktivitas minimal 450 bcm/jam. Namun berdasarkan laporan produksi triwulan 2 tahun 2024 yang disampaikan oleh PT Putra Perkasa Abadi, namun produktivitas aktual dari *backhoe excavator* Komatsu PC 1250 pada *seam* W100, W221, dan W111 adalah 185.12, 199.90, dan 284.01 bcm/jam.

Kurangnya produktivitas pada alat gali-muat disebabkan oleh kondisi *front*. Masalah yang ditemukan pada lapangan antara lain *front* yang kurang lebar, kondisi jenjang *front* alat gali-muat yang belum sesuai, kondisi *front* yang berair. Oleh karena itu, dalam penelitian yang dilakukan ini yaitu analisis mengenai *working*

*geometry front overburden* yang berpengaruh terhadap produktivitas alat gali-muat pada *front End Wall* Timur.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Berapa *working geometry* ideal alat gali-muat *backhoe excavator* Komatsu PC1250 pada *front overburden cluster EWT* pada area *pit Wara*?
2. Apakah penyebab dari produktivitas alat gali-muat pada *backhoe excavator* Komatsu PC- 1250 belum tercapai?
3. Bagaimana upaya optimalisasi hambatan yang dilakukan untuk mencapai target produktivitas pengangkutan batubara?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Membuat rancangan *working geometry* ideal *backhoe excavator* Komatsu PC1250 untuk diterapkan pada *front overburden* pada area *pit Wara cluster EWT*.
2. Menganalisis pengaruh *working geometry* yang belum sesuai sehingga mempengaruhi dalam produktivitas alat gali-muat PT PPA *jobsite* PT AI.
3. Mengoptimalkan *Cycle Time* dan penempatan yang optimal pada Alat gali-muat Komatsu PC1250.

## **1.4. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah penelitian antara lain :

1. Jenis alat gali-muat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *backhoe excavator* Komatsu PC 1250. Hal ini dikarenakan pada *pit WARA cluster EWT* hanya terdapat *backhoe excavator* Komatsu PC 1250.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada pengaruh *working geometry front overburden* terhadap produktivitas alat gali-muat *backhoe excavator* Komatsu PC 1250. Faktor lain yang menyebabkan tidak tercapainya produktivitas Alat gali-muat seperti fragmentasi material, kekerasan material, kemampuan operator, kemampuan alat angkut, dan lainnya diabaikan.

## 1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan merupakan studi literatur dan orientasi lapangan. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mencari informasi yang relevan dengan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari profil perusahaan dan teori yang berkaitan dengan topik penelitian berupa buku literatur, laporan penelitian terdahulu, jurnal, dan referensi dari perusahaan yang dapat dijadikan dasar atau penunjang penelitian.

### 2. Orientasi lapangan

Dilakukan dengan melihat secara langsung kondisi lapangan, permasalahan lapangan dan gambaran nyata mengenai kondisi alat tentang kegiatan pemuatan dan pengangkutan. Pada saat observasi lapangan, dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Mencari penyebab kegagalan tercapainya target produksi dengan mengamati secara langsung kondisi di *area front*, kondisi *hauling road*, dan kondisi *disposal area* serta kegiatan penggalian, pemuatan, pengangkutan dan penimbunan,
- b. Menentukan batas pengamatan, dan
- c. Merumuskan masalah penelitian.

### 3. Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis. Data-data yang diperoleh selama penelitian adalah:

#### a. Data Primer

- 1) Data waktu edar Alat gali-muat, diambil dengan menggunakan *stopwatch*. Frekuensi pengambilan data masing-masing sebanyak 30 data selama 1 jam pada *shift* pagi dengan kondisi cuaca cerah dan pengambilan data dilakukan pada sekitar area pemuatan.
- 2) *Working geometry front overburden*, diambil dengan memperhatikan kondisi lapangan dari *front overburden* yang dilakukan pada cluster EWT (*End Wall Timur*). Pada saat pengamatan di dapat kondisi jenjang *front* kurang ideal dan *front* yang sempit (*melorong*).

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari hasil pengambilan secara tidak langsung dan hasil ini didapatkan dari departemen yang ada dan sudah dilakukan uji petik dilapangan.

| Data                                           | Sumber Data                                 |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Data keadaan geologi                           | Departement Engineering                     |
| Data curah hujan                               |                                             |
| Peta <i>layout</i> penambangan                 |                                             |
| <i>Swell Factor</i> material <i>overburden</i> |                                             |
| Jumlah jam kerja alat                          |                                             |
| Jadwal kerja                                   |                                             |
| Target produktivitas                           |                                             |
| Spesifikasi Alat gali-muat                     | <i>Manual Handbook</i> Komatsu PC 1250-8 SP |
| Densitas material <i>overburden</i>            | <i>Departement Survey</i>                   |

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam peneilitian ini yaitu:

- Data waktu edar, *fill factor*, *swell factor*, efesiensi kerja, dan spesifikasi alat untuk mengetahui produktivitas Alat gali-muat.
- Data kondisi *front* kerja dan dimensi *front kerja overburden* yang dibutuhkan oleh alat.

5. Analisis Data

Hasil dari pengolahan data berupa produktivitas Alat gali-muat yang kemudiandianalisis untuk menentukan dimensi *working geometry* yang sesuai sehingga target produksi yang telah ditetapkan dapat tercapai.

6. Kesimpulan dan Saran

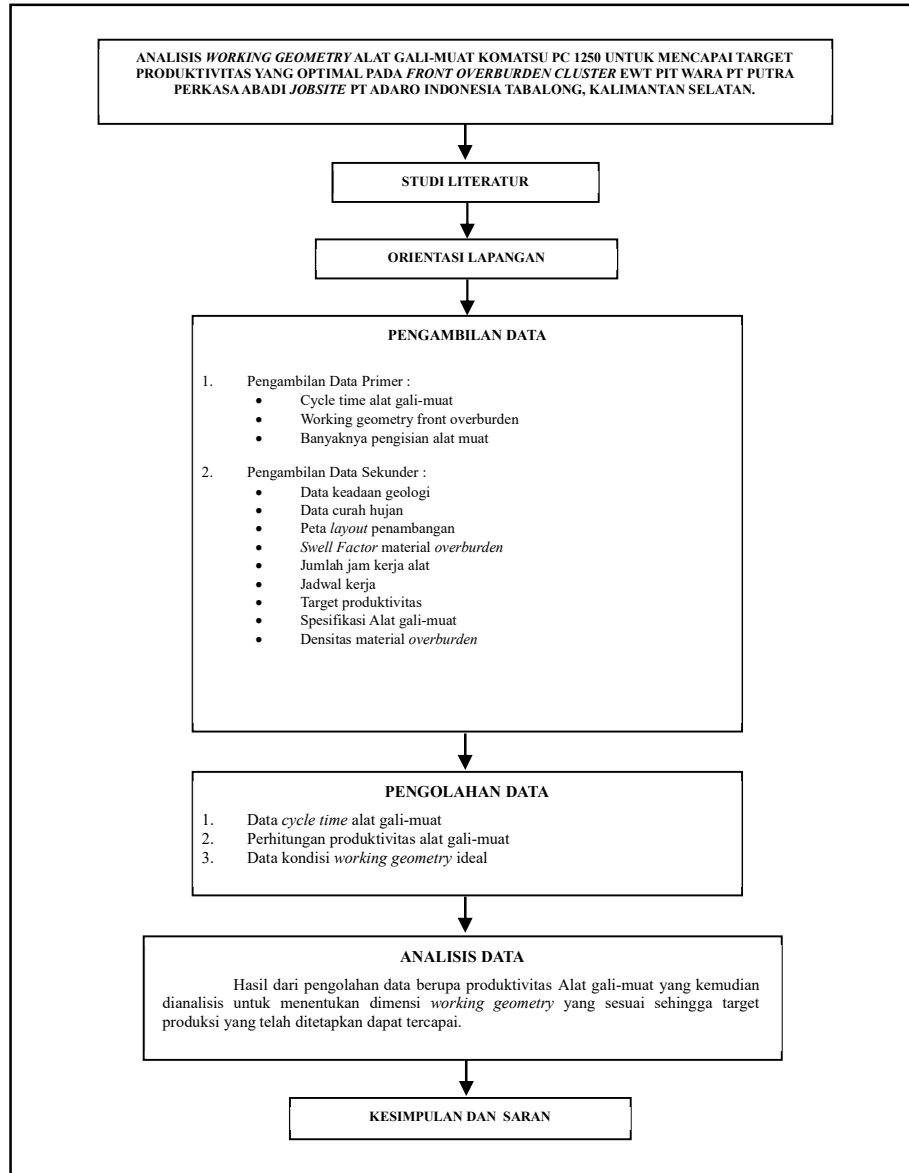
Berdasarkan hasil analisis, solusi untuk meningkatkan produktivitas dapat dirumuskan. Dari solusi tersebut dilakukan penilaian terhadap hasil yang diperoleh sehingga dapat digunakan sebagai kesimpulan. Kesimpulan akan disesuaikan dengan tujuan penelitian agar tujuan dari penelitian tercapai.

## 1.6. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram di Gambar 1.1.

## 1.7. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang dilakukan dapat bermanfaat bagi PT PPA sebagai cara optimalisasi working geometry front overburden pit WARA sehingga produktivitas *backhoe excavator* Komatsu PC1250 dapat lebih optimal.



Gambar 1. 1  
Tahapan Penelitian

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah**

Lokasi penelitian berada pada PIT Wara PT Putra Perkasa Abadi *jobsite* PT Adaro Indonesia yang berlokasi di Kecamatan Murung Pundak, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan. Area kerja PT Adaro Indonesia meliputi tiga blokyaitu Tutupan, Wara dan Paringin, dan area kerja kontraktor PT Putra Perkasa Abadi berada di blok Wara. Secara geografis lokasi terletak pada 115°9' Bujur Timur - 115°47' Bujur Timur dan 1°18' - 2°25' Lintang Selatan. Secara administratif lokasi pertambangan PT Putra Perkasa Abadi memiliki batas wilayah sebagai berikut :

Batas Utara : Desa Suput, Kecamatan Haruai, Kabupaten Tabalong.

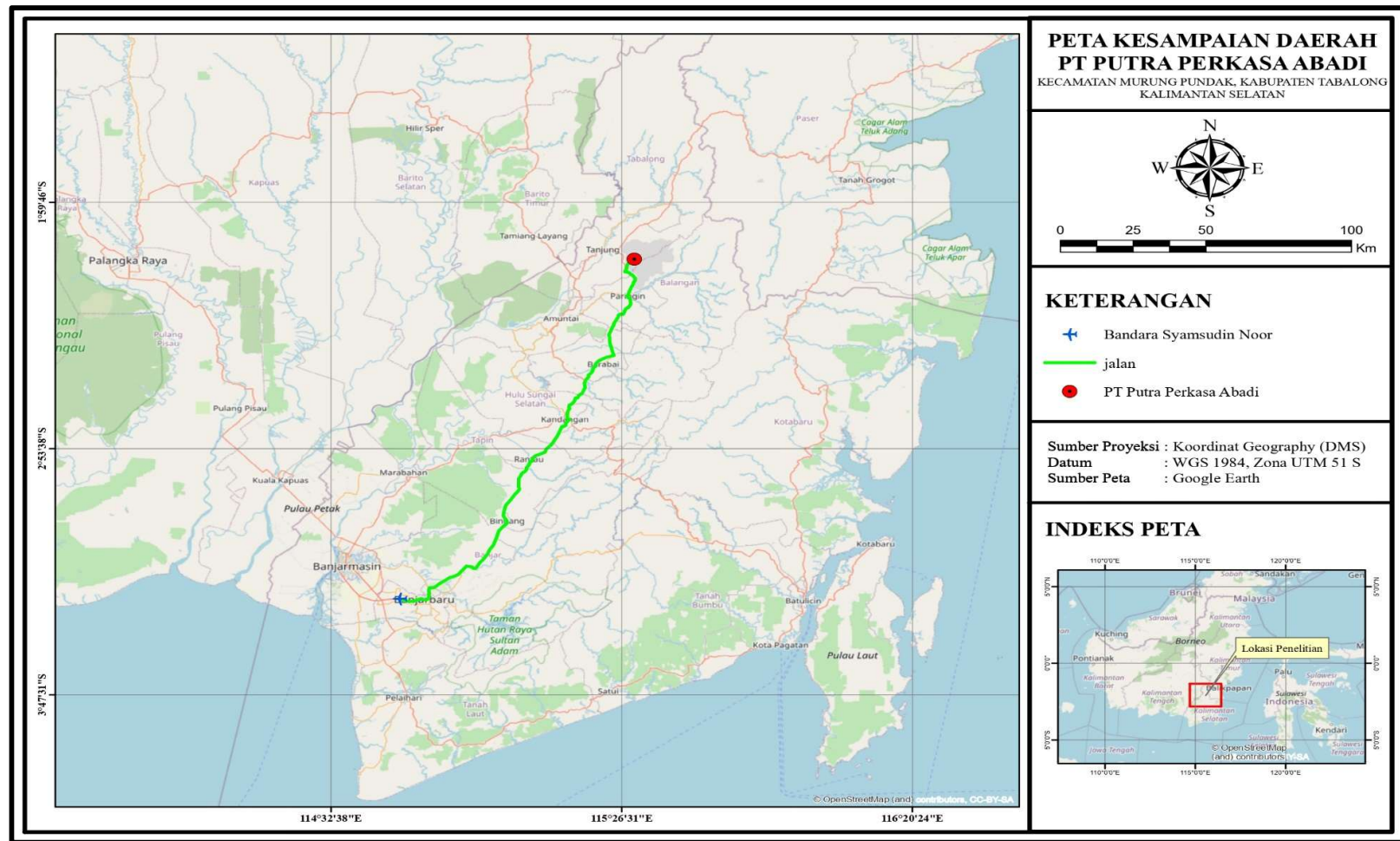
Batas Timur : Desa Lokbatu, Kecamatan Haruai, Kabupaten Tabalong.

Batas Selatan : Kabupaten Balangan.

Batas Barat : Desa Masakau, Kecamatan Murung Puduk.

Perjalanan untuk menuju lokasi penambangan PT Putra Perkasa Abadi dapat di tempuh dengan cara :

1. Menggunakan pesawat melalui bandara Yogyakarta (YIA) di Yogyakarta menuju bandara Syamsudin Noor di Banjarbaru dengan jarak  $\pm 718$  km,
2. Kemudian perjalanan menggunakan *travel* jemputan bandara PT Putra Perkasa Abadi dari kota Banjarbaru menuju Kabupaten Tabalong (Lokasi Mess PT Putra Perkasa Abadi Pendopo) sejauh  $\pm 199$  km. (Banjarbaru – Martapura– Binoenang – Rantau – Kandangan – Batoemandi – Tabalong),
3. Dari Tabalong (Mess PPA Pendopo) menuju *mine office* Wara PT Putra Perkasa Abadi *jobsite* sejauh 15 km melalui jalur pengangkutan. batubara (*Hauling road*) menuju arah *High wall*. Dari *mine office* Wara PT Putra Perkasa Abadi Menuju pit Wara sejauh 500 m dan dapat ditempuh menggunakan mobil sarana.

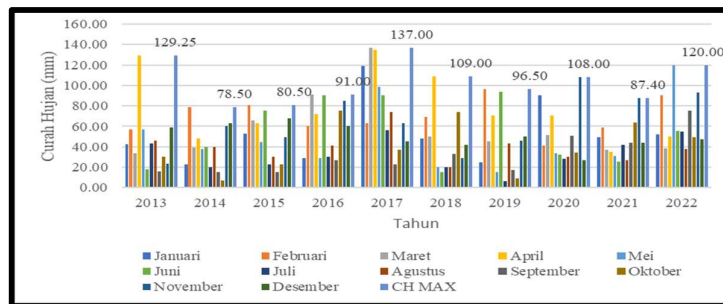


Gambar 2. 1  
Peta Kesampaian Lokasi Modifikasi Arcgis

## 2.2. Keadaan Iklim Dan Curah Hujan

Keadaan iklim pada daerah Pit PT Putra Perkasa Abadi *jobsite* PT Adaro Indonesia pada tahun 2013 - 2022 di dapatkan dari pengambilan data curah hujan bersumber pada PT Adaro Indonesia sebagai berikut :

Data curah hujan sejak tahun 2013 hingga tahun 2022 menunjukkan bahwa curah hujan bulanan berdasarkan data yang diperoleh dari PT Adaro Indonesia tertinggi terjadi pada tahun 2017 untuk wilayah operasional *pit* Wara sebesar 137,00 mm. Sedangkan curah hujan tahunan terendah terjadi pada Tahun 2021 sebesar 87,40 mm. Untuk data dapat dilihat lebih jelasnya pada Lampiran A.



Gambar 2. 2  
Curah Hujan Harian Maksimum (mm) (PT Adaro Indonesia Tahun 2013-2022)

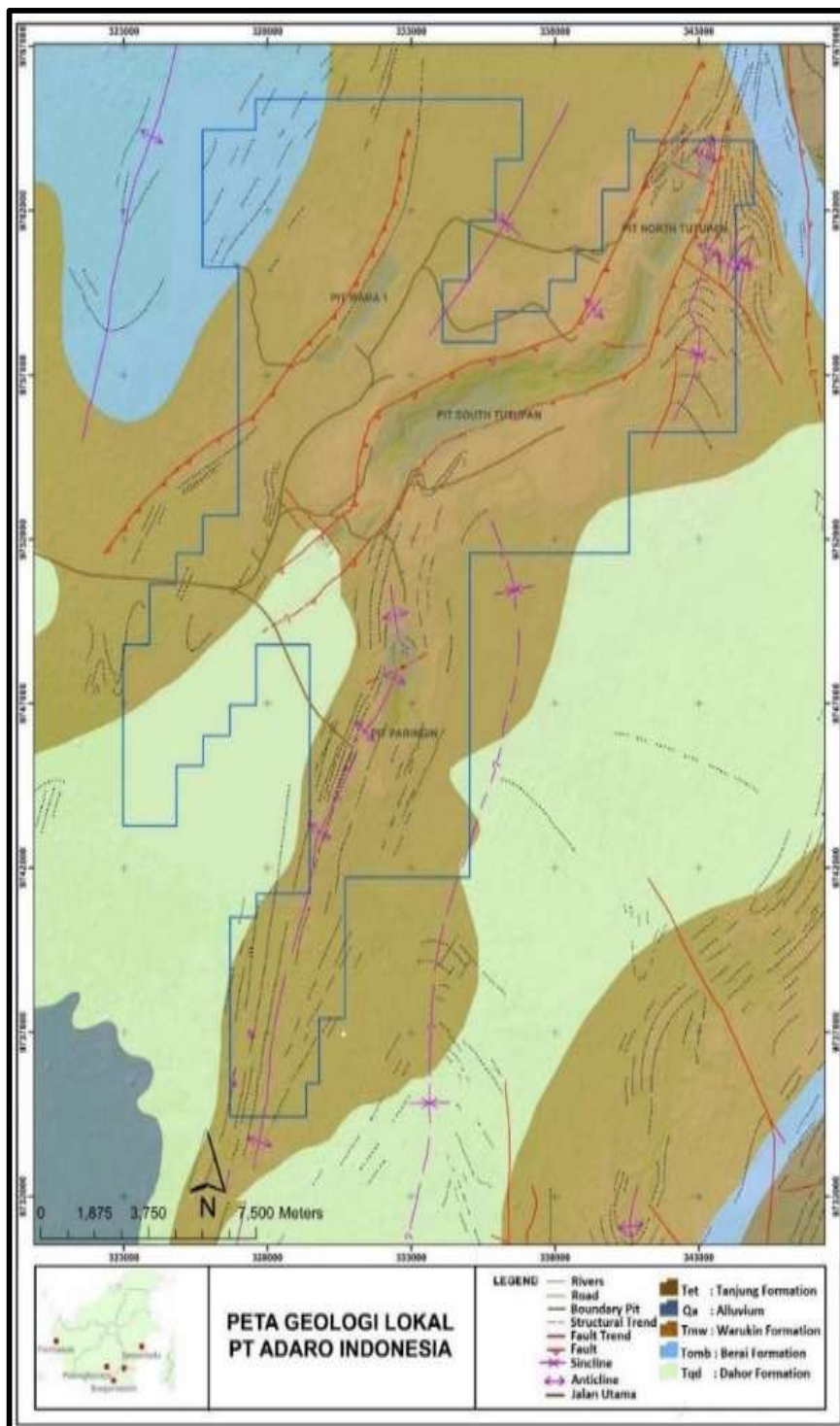
## 2.3. Keadaan Geologi

### 2.3.1. Geologi Lokal

Lokasi kontrak kerja PT Adaro Indonesia terletak di Formasi Warukin (pada gambar 2.3 terlihat berwarna coklat) yang memiliki banyak endapan batubara serta bercampur dengan batulempung dan batupasir. Tambang batubara PT Adaro Indonesia memiliki tiga blok terpisah, yaitu : Blok Tutupan, Wara dan Paringin. Blok Tutupan terdiri dari tiga lapisan batubara utama (*major seam*) yaitu T100, T200, T300, serta beberapa lapisan minor yaitu A, B, C, D pada T100; E, F pada T200 dan G,H pada T300.

Ketebalan batubara Blok Tutupan mencapai 50 meter dan kemiringan 30° sampai 50°. Blok Paringin memiliki satu lapisan utama P500 dan satu lapisan kecil tambahan. ketebalan batubara di Blok Paringin mencapai 38 meter, kemiringan bervariasi dari 10° sampai 25°. Blok Wara memiliki tiga lapisan batubara utama

yaitu W100, W200, dan W300 dengan kemiringan lapisan  $10^{\circ}$  -  $35^{\circ}$  dan ketebalan batubara adalah 12-14 meter.



Gambar 2. 3  
Peta Geologi Lokal Lokasi Tambang (PT Putra Perkasa Abadi, 2024)

### 2.3.2. Stratigrafi Regional

Cekungan Kutai terbagi menjadi dua bagian, yaitu Cekungan Barito yang terletak di sebelah barat Pegunungan Meratus dan Cekungan Pasir yang terletak disebelah timur Pegunungan Meratus. Cekungan Barito yang terletak di tepi bagian timur Sub-cekungan Barito di dekat Pegunungan Meratus merupakan wilayah kerja penambangan PT Adaro Indonesia secara spesifik. Sub-Cekungan Barito merupakan bagian selatan Cekungan Kutai, sebuah cekungan besar yang meliputi Kalimantan bagian selatan dan timur. Cekungan Barito terdiri dari empat formasi dengan rentang umur dari Eosen hingga Pliosen seperti yang terlihat pada gambar 2.4.

Formasi adalah unit dasar dalam pengelompokan litostartigrafi. Formasi harus memiliki karakteristik litologi yang seragam, seperti jenis batuan atau karakteristik lainnya. Tidak ada batasan ketebalan pada formasi sehingga setiap formasi memiliki ketebalan yang berbeda. Formasi batubara yang dimiliki PT Adaro Indonesia, yaitu :

#### 1. Formasi Beraí.

Formasi ini terendapkan pada lingkungan lagon sampai neritik tengah hingga ketebalan 1.300 m. Berumur Oligosen Bawah hingga Miosen Awal, hubungannya selaras dengan Formasi Tanjung yang terletak dibawahnya. Formasi ini terdiri dari napal batu gamping dan di bagian atas serta endapan laut dangkal di bagian bawah.

#### 2. Formasi Warukan.

Yang diendapkan pada lingkungan neritik dalam sampai deltaik dengan ketebalan 1.000 - 2.400 m dan merupakan formasi paling produktif dari Miosen tengah hingga Pliosen bawah. Terdapat tiga lapisan yang paling dominan pada formasi tersebut, yaitu :

- a. Batu lempung dengan ketebalan  $\pm 100$  m.
- b. Batu lumpur (*mudstone*) dan batu pasir (*sandstone*) dengan ketebalan 600-900m, dan bagian atas terdapat deposit endapan batubara sepanjang 10 m.
- c. Lapisan Batubara setebal 20-50 m di bagian bawah lapisannya terdiri dari lapisan pasir dan batupasir yang tidak kompak serta batu lempung dan berupa lempung dengan ketebalan 150-850 m. Formasi Warukin selaras dengan Formasi Beraí di bawahnya.

### 3. Formasi Dahor.

Formasi ini diendapkan pada lingkungan litoral hingga supralitoral, dengan umur Miosen sampai Pliosen. Formasi ini tidak selaras dengan tiga formasi di bawahnya dan tidak selaras dengan endapan aluvial yang ada di atasnya. Formasi ini merupakan perselingan batuan konglomerat dan batupasir yang tidak kompak serta terkandung juga batulempung lunak, lignit dan limonit.

Pada gambar 2.4 terlihat lapisan stratigrafi regional daerah tambang. Secara regional, formasi batuan yang membentuk area penambangan terdiri dari tiga formasi. Namun, yang ditemukan hanya dua formasi sebagai pembawa batubara. Formasi pembawa batubara adalah Formasi Warukin (Tmw) yang berumur Miosen Tengah hingga Atas dan Formasi Berai (Tomb) yang berumur Miosen Bawah hingga Oligosen.

| STRATIGRAFI       |        | KOLOM STRATIGRAFI    | LITOLOGI                                                                                                                 | TEBAL (m)      |
|-------------------|--------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| ALLUVIUM          |        |                      | Deposit sungai dan rawa                                                                                                  |                |
| FORMASI DAHOR     |        |                      | Batuan klastik, konglomerat, batupasir, batulanau dan batulempung                                                        | Lebih dari 840 |
| FORMASI WARUKIN   | ATAS   | ANGGOTA BATUBARA     | Seam batubara berketebalan 30-40 m, interbedded dari batulempung calcareous dan pasir halus                              | 850            |
|                   | TENGAH | ANGGOTA PASIR ATAS   | Lapisan tebal dan sangat halus hingga kasar batulanau, batulempung dan beberapa seam batubara, konglomerat sebagai dasar | 500            |
|                   |        | ANGGOTA PASIR BAWAH  | Interkalasi dan pasir halus, batulanau batulempung dan beberapa seam batubara tipis                                      | 600            |
|                   | BAWAH  | ANGGOTA LEMPUNG      | Serpih, kadang kadang calcareous pasir halus dan marl                                                                    | 450            |
| FORMASI BERAİ     |        | ANGGOTA MARL ATAS    | Marl lempung, lanau dan interbedded dari lapisan batugamping tipis, berisi pita pita batubara                            | 225            |
|                   |        | ANGGOTA BATU GAMPING | Batugamping kristalin, interbedded lapisan tipis marl                                                                    | 600            |
|                   |        | ANGGOTA MARL BAWAH   | Marl, batugamping, serpih, lanau dan beberapa interbedded seam batubara                                                  | 250            |
| FORMASI TANJUNG   | ATAS   |                      | Interkalasi dari serpih dan pasir dengan beberapa seam batubara tipis                                                    | 900            |
|                   | BAWAH  |                      | Serpih, pasir dan konglomerat                                                                                            |                |
| BASEMEN PRATESTER |        |                      | Serpih, kuarsit dan batuan beku                                                                                          |                |

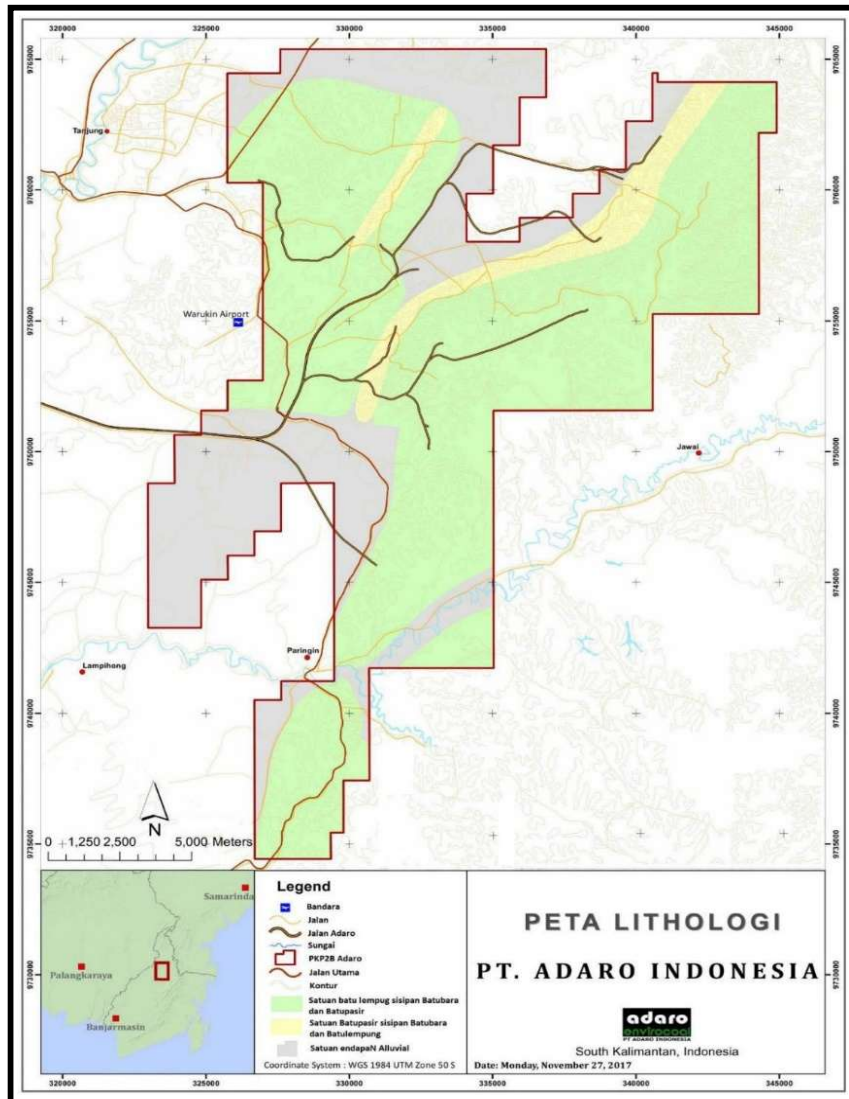
Gambar 2. 4  
Stratigrafi Regional Daerah Lokasi Tambang PT Adaro Indonesia (PT Putra Perkasa Abadi, 2024)

### 2.3.3. Struktur Geologi

Lokasi PKP2B PT Adaro Indonesia terletak di tepi Timur Sub-Cekungan Barito di kaki Pegunungan Meratus. Sub Cekungan Barito merupakan bagian selatan dari Cekungan Kutai pada Zaman Tersier, berupa suatu cekungan sedimen besar yang menutupi bagian Selatan dan Timur Kalimantan. Cekungan Kutai terbagi menjadi empat sub-cekungan yaitu Sub-Cekungan Tarakan (Berau) di Utara, Sub-Cekungan Pasir di Tenggara, Sub-Cekungan Barito di Selatan dan Sub-Cekungan Kutai di bagian Tengah Kalimantan Timur. Daerah penelitian merupakan bagian dari Sub-Cekungan Barito.

Sub-Cekungan Barito dibatasi oleh Pegunungan Meratus di sisi timur, Paparan Sunda (Laut Jawa) di sisi barat, dan Cekungan Kutai di sisi utara. Sedimen Batuan Tersier Sub-Cekungan Barito menunjukkan kemiringan ke arah selatan di dalam Laut Jawa. Batuan dasar tertua dari Sub-Cekungan Barito, yang berasal dari zaman PraTersier, berkisar dari zaman Triasik hingga Kapur. Batuan ini tersebar luas dan menjadi sumber utama dari batuan sedimen yang mengisi Cekungan Barito. Di area PKP2B PT Adaro Indonesia, formasi batuan yang dominan adalah Formasi Warukin, dengan umur antara Miosen tengah hingga Miosen atas. Formasi Warukin terlipat membentuk antiklin asimetris dengan kemiringan sekitar  $5^{\circ}$  ke arah utara, di mana sisi barat antiklin menunjukkan kemiringan lebih curam sekitar  $50^{\circ}$  dibandingkan dengan sisi timur yang hanya memiliki kemiringan sekitar  $15^{\circ}$ .

Proses pensaran naik menyebabkan kompleksitas struktur geologi yang lebih tinggi terjadi di daerah Tutupan. Gambar 2.5 menggambarkan Formasi Warukin yang terdiri dari batupasir, batu lanau, kuarsa, serpih, dan batubara yang terakumulasi di lingkungan Huviatil (sungai dan muara). Ketebalan formasi ini melebihi 1.000 m. Selama survei lapangan, ditemukan jejak alur sungai purba di batupasir dan batulanau. Wilayah Wara menampilkan sayap barat dari Sinklin Bilas yang menunjukkan struktur monoklin dengan orientasi lapisan utama dari timur laut ke barat daya, dan kemiringan lapisan batuan sekitar  $54,5^{\circ}$ . Kawasan Wara terbagi menjadi dua blok, yaitu Wara-1 dan Wara-2, yang dibatasi oleh sesar naik Maridu. Lapisan tanah penutup area tambang terdiri dari tanah pucuk setebal 0-20 cm di atas lapisan tanah yang terdiri dari lempung, lanau, lempung berpasir, dan pasir lanauan, kadang-kadang ditemukan limonit.



Gambar 2. 5  
Peta Litologi PT Adaro Indonesia (PT Putra Perkasa Abadi, 2024)

## 2.4. Kegiatan Penambangan Batubara

Area pertambangan batubara di PT PPA *JobSite* PT AI memiliki *pit* aktif yang bernama *pit* Wara. Metode penambangannya adalah metode *open pit* yang menggunakan alat mekanis seperti Alat gali-muat dan alat angkut. Waktu operasional penambangan setiap hari berlangsung 24 jam dengan terbagi menjadi 2 *shift* kerja masing masing *shift* selama 12 jam.

Endapan batubara ini terdapat di *pit* Wara beroperasi yang dilakukan oleh PT PPA hanya sebatas sampai pengangkutan batubara menuju ROM (*Run Of Mine*), sesuai dengan kontrak PT AI. Tahap operasi penambangan yang dilakukan