

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lati *Mining Operation* (LMO) pada perusahaan PT. Berau Coal. Yang berlokasi di Lati Kec. Gunung Tabur Kab. Berau. Waktu pelaksanaan berlangsung pada saat pelaksanaan magang dimulai dari bulan Agustus sampai Desember tahun 2022. Waktu penelitian menyesuaikan dengan ketentuan jam kerja operasional dilakukan secara intensif mulai hari Senin-Jum'at dari pukul 7.30 sampai 17.00 WITA.



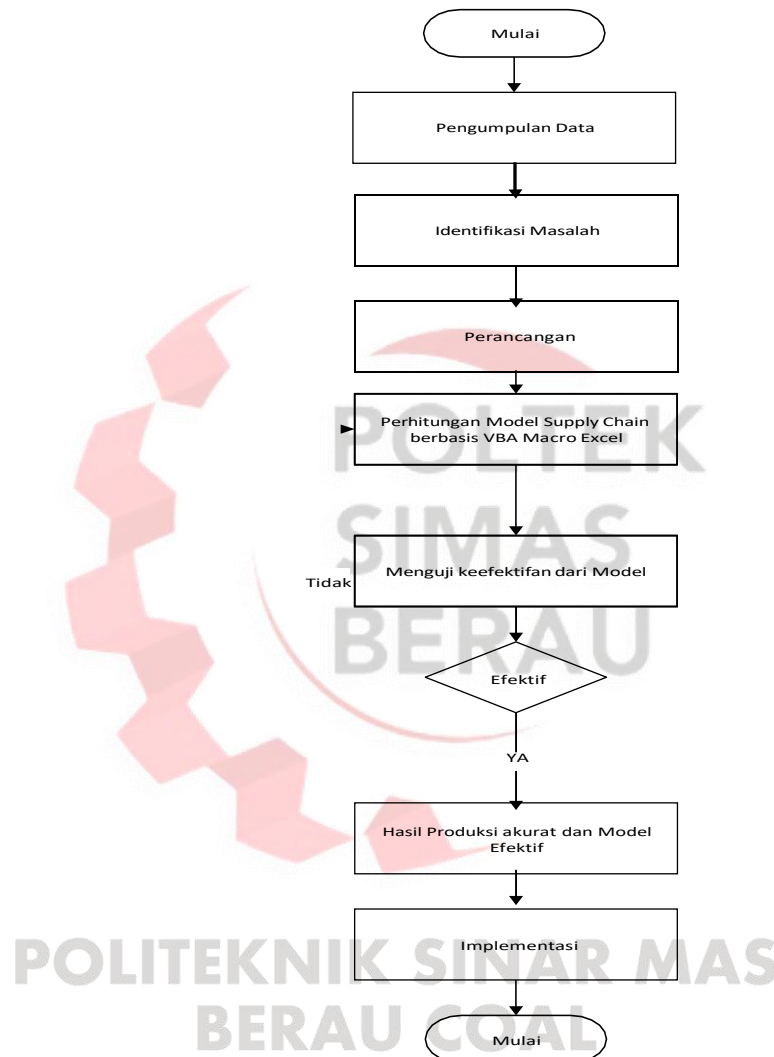
Gambar 3. 1 Lati *Mining Operation*

#### 3.2 Sistematika Perancangan

##### 3.2.1 Kerangka Penelitian

Dari informasi dan penjelasan teori pada beberapa penelitian terdahulu yang diterapkan sebagai bahan acuan dan sumber inspirasi. Kerangka penelitian ini berisikan gambaran utama mengenai proses penelitian ini.

Dengan demikian dapat digambarkan kerangka penelitian sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian

### 3.3 Jenis Dan Sumber Data

#### 3.3.1 Jenis Data

Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

##### 1. Data Kualitatif

Data kualitatif adalah data yang berbentuk uraian atau penjelasan untuk kemudian dikumpulkan dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan. dalam penelitian ini data kualitatif yang digunakan untuk mencari suatu masalah yang ada dan berbagai referensi yang didapat untuk penyelesaian masalah yang ada.

## 2. Data Kuantitatif

Data kuantitatif yaitu data yang terkumpul dan diisi melalui angket dan disusun dalam bentuk tabel atau persentase, kemudian aspek-aspek yang terdapat dalam bentuk tabel tersebut diinterpretasikan sehingga diperoleh pemahaman yang luas dari tabel tersebut.

### 3.3.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dari dua sumber data digunakan antara lain :

#### 1. Data Primer

Data yang digunakan sebagai data utama dan bahan acuan sesuai dengan latar belakang masalah yang penulis angkat. Data ini diperoleh langsung dari lapangan serta dari narasumber yang memiliki data terkait. Penelitian ini menggunakan data primer ini untuk mendapatkan informasi mengenai proses bisnis dari hulu ke hilir produksi batu bara. Berikut data data primer yang digunakan:

- a. Alur bisnis *Supply Chain*
- b. Hasil observasi terhadap objek penelitian langsung di Lati *Mining Operation*
- c. Kapasitas ROM
- d. Kapasitas *stockpile*
- e. Data kapasitas dan kemampuan mesin *crusher* dan *belt loading conveyor*
- f. *Effective Working Hours* (EWH), *Physical Availability* (PA) dan *Working Hours Reduction* (WHR)
- g. Jumlah *Coal Getting*
- h. *Coal Crushed & Barged*
- i. *Crushing Rate*
- j. *Loading Rate*

#### 2. Data Sekunder

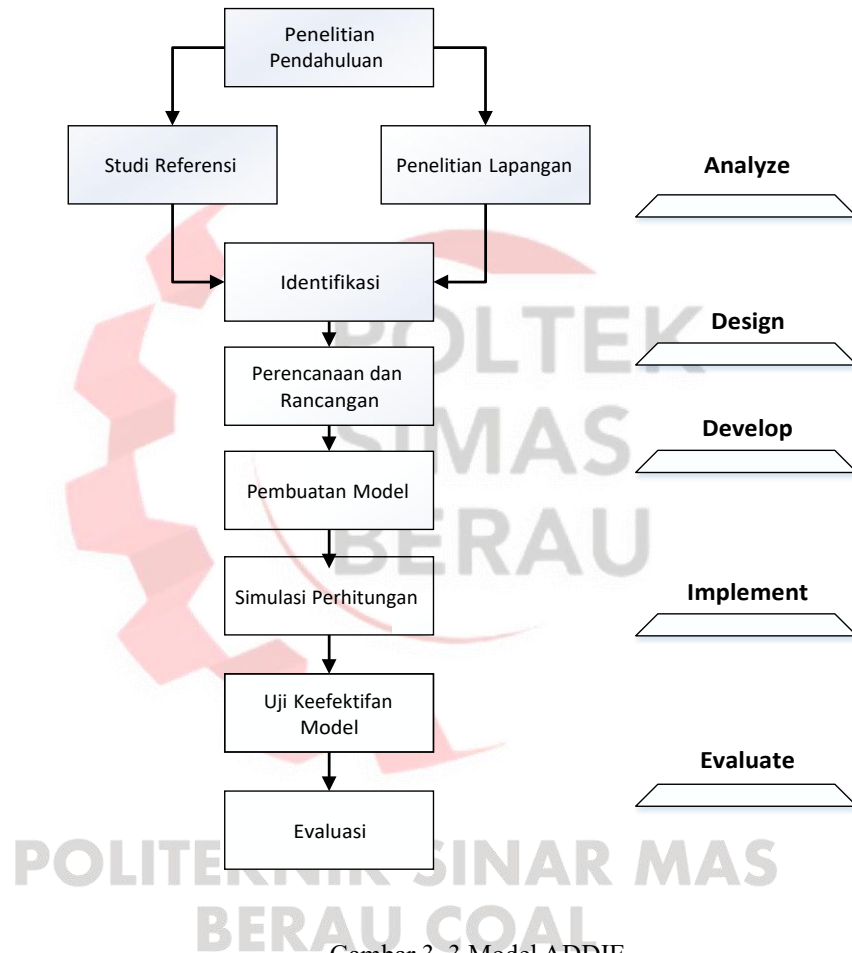
Dokumentasi ialah berupa data-data perusahaan, departemen terkait baik historis maupun data yang terbaru. Data sekunder yang digunakan yaitu:

- a. *Data Summary Stock & Closing Status*
- b. *Closing Stock* dari *Departement Product Quality & Supply Chain*
- c. Data dan informasi literatur buku, jurnal, sumber dari Internet penunjang penelitian.

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai

variabel mandiri, baik itu satu variabel maupun lebih, Sugiyono dalam (Syafriada Hafni Sahir, 2021). Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan dengan model ADDIE dan UML. Model ADDIE terdiri dari lima tahap yakni *analysis*, *design*, *development*, *implementation* dan *evaluation* (Sugihartini & Yudiana, 2018).



Gambar 3. 3 Model ADDIE

Penelitian dilakukan pada perencanaan hasil produksi batu bara pada Lati *Mining Operation* yang akan dihasilkan. Hasil produksi batu bara sebelumnya ditentukan dengan cara menghitung secara manual dan dilihat *based on historical data*. Perancangan dari model *supply chain* dibantu dengan visualisasi dari VBA macro excel.

#### 3.4.1 Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang objektif dan akurat, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data antara lain :

1. Wawancara langsung dengan mengajukan pertanyaan kepada pihak terkait guna mendapatkan data dan informasi yang lengkap.
2. Observasi melakukan pengamatan atau tinjauan langsung ke lapangan terhadap segala aktivitas kerja agar dapat memperoleh informasi yang lebih real alur bisnis proses, faktor faktor yang dapat mempengaruhi alur proses produksi batu bara.
3. Studi Pustaka mengkaji dan mempelajari berbagai dokumen dalam pengolahan data-data sebagai referensi dalam perancangan model.

### 3.5 Teknik analisis Data

Analisis data diartikan sebagai upaya data yang sudah tersedia kemudian diolah dengan statistik dan dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian. Analisis data adalah kegiatan mengelompokkan data berdasarkan variabel dan jenis responden, mentabulasi data berdasarkan variabel dari seluruh responden, menyajikan data setiap variabel yang diteliti, melakukan perhitungan untuk menguji hipotesis yang telah diajukan menurut Sugiyono dalam (Syafriada Hafni Sahir, 2021). Dengan demikian, teknik analisis data dapat diartikan sebagai cara melaksanakan analisis terhadap data, dengan tujuan mengolah data tersebut untuk menjawab latar belakang penelitian ini dibuat.

#### 3.5.1 Pengukuran Akurasi Peramalan

Data perhitungan yang telah diolah dengan menggunakan metode peramalan *time series*, kemudian hasil peramalan tersebut diukur keakurasiannya atau kesalahannya dengan menggunakan nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD). Metode *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebagai metode yang digunakan untuk mengukur kesalahan peramalan. *Mean Absolute Deviation* (MAD) merupakan metode untuk menghitung kesalahan peramalan dengan menghitung rata-rata kesalahan mutlak pada periode tertentu tanpa memperhatikan apakah nilai peramalan permintaan lebih besar atau lebih kecil dari nilai aktual permintaannya (Wardah, 2017).

MAD dirumuskan dalam persamaan

$$MAD = \frac{\sum |Y_t - Y'_t|}{N}$$

Keterangan:

$Y_t$  = Aktual permintaan pada periode ke t

$Y'_t$  = Peramalan permintaan pada periode ke t

N = Jumlah data atau periode peramalan yang terlibat.

### 3.5.2 *One Sample T Test* (Uji Satu Sampel)

Tujuan pengujian *one sample T-Test* adalah ingin mengetahui apakah sebuah sampel berasal dari sebuah populasi yang mempunyai rata rata (*mean*) yang sudah diketahui. Analisis ini digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan suatu nilai rata rata dengan nilai tertentu. Jadi pengujian *one sample T-Test* pada prinsipnya ingin menguji apakah suatu nilai tertentu yang diberikan sebagai pembanding berbeda secara nyata ataukah tidak dengan rata rata sebuah sampel (Barry Render, 2017). Rumus dari *One Sample T-Test* sebagai berikut:

$$t = \frac{x - \mu}{S\sqrt{n}}$$

Dimana:

t = Koefisien t

x = Mean Sampel

$\mu$  = Mean Populasi

S = Standar Deviasi Sampel

N = Jumlah Sampel



POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL

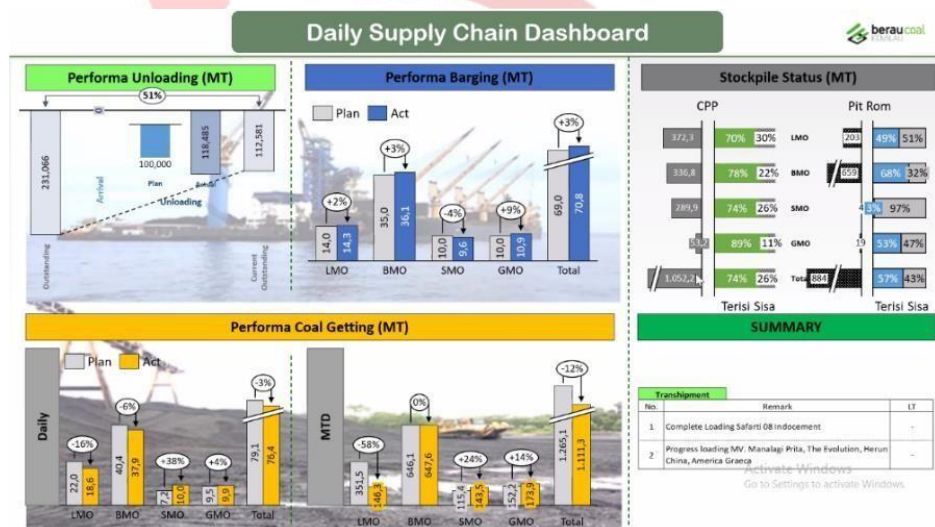
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Perancangan Model *Supply Chain*

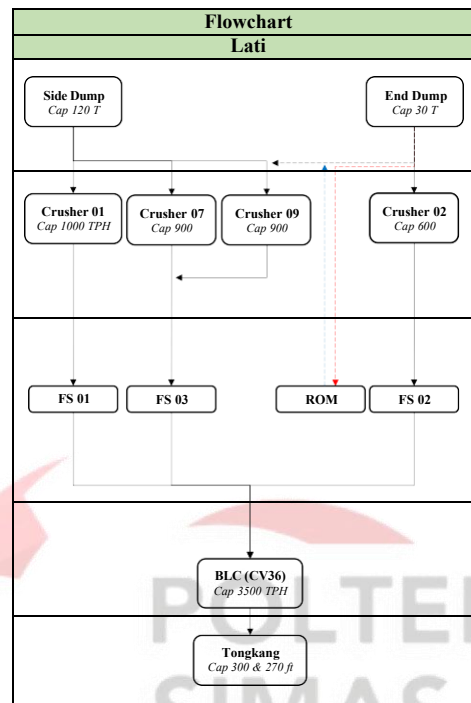
Dalam pembuatan model yang pertama dilakukan ialah menganalisa alur bisnis proses dan laporan *update* hasil *supply chain* (hari, mingguan dan bulanan). Data ini diperoleh dari Departemen *Product Quality & Supply Chain*, hasil *report* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 *Daily Report Supply Chain*

Gambar di atas menunjukkan pembaruan hasil perolehan dan produksi akan selalu ditampilkan pada meeting harian. Dari *daily report* disimpulkan dan menjadi acuan dalam pengerjaan model adalah bahwa kegiatan kerja *supply chain* yaitu data perolehan (hasil batu bara yang dihasilkan), data hasil proses (data terkini dari hasil batu bara yang mengalami proses pemrosesan pada saat di lapangan) dan data pengeluaran (hasil terakhir batu bara yang akan dikirim).

Selain dari analisa *daily report*, dilakukan juga analisa alur proses bisnis pengolahan yang tertuang pada gambar 4.2 *flowchart* pengolahan *site* Lati. Kegiatan diawali dengan *dumping* kemudian dibawa menuju mesin *crusher*, jika mesin *crusher* tidak mampu memproses maka batu bara akan dibawa menuju ROM/penyimpanan sementara. Selanjutnya hasil setelah *crushing* akan masuk pada penyimpanan *stockpile*. Setelah itu batu bara dibawa ke *port* untuk *barging* menuju *transshipment point*.



Gambar 4. 2 Flowchart Pengolahan Site Lati

#### 4.1.2 Perhitungan Model

*Moving average* dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan yang kemudian dicari rata-ratanya, lalu menggunakan rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode berikutnya (Diapoldo Silalahi et al., 2021).

$$MA = \sum x_n^t$$

Keterangan :

MA = *Moving Average*

$\sum X$  = Keseluruhan Penjumlahan dari semua data periode waktu

Setelah melakukan percobaan perhitungan menggunakan metode-metode peralaman dapat diketahui pada tabel 4.1 metode peramalan *single moving average* adalah metode yang paling mendekati hasil aktual. Data perhitungan yang digunakan adalah data *coal getting* bulan Januari 512.049 MT.

Tabel 4.1 metode peralaman

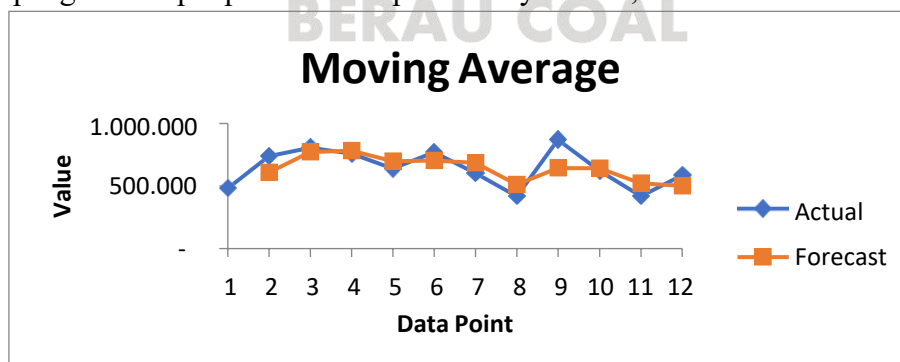
| Metode Peralaman        | Nilai MAD |
|-------------------------|-----------|
| Naïve                   | 779.891   |
| Single Moving Average   | 510.679   |
| Weighted Moving Average | 653.223   |
| Exponential Smoothing   | 578.000   |
| Linear Trend Projection | 632.677   |

Untuk menghitung *error* atau nilai kesalahan dari peramalan, yang perlu dilakukan ialah dengan mengambil data aktual yang dikurangi oleh data peramalan yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah didapatkan nilai erornya, maka nilai-nilai kesalahan tersebut dapat dirata-rata. Maka dari hasil perhitungan semakin kecil selisih perhitungan dengan data aktual maka semakin besar kemungkinan prediksi akan tercapai dapat dilihat pada tabel 4.2. Hasil tabel menunjukkan dari 12 bulan perolehan *coal getting* memiliki rata rata selisih 278.00.

Tabel 4. 2 Perolehan *Coal Getting*

| <i>Coal Getting</i> |           |          |
|---------------------|-----------|----------|
| Bulan               | Perolehan | MA Inv 2 |
| 1                   | 479.783   | #N/A     |
| 2                   | 740.056   | 609.919  |
| 3                   | 806.354   | 773.205  |
| 4                   | 758.803   | 782.579  |
| 5                   | 638.431   | 698.617  |
| 6                   | 769.386   | 703.908  |
| 7                   | 604.077   | 686.731  |
| 8                   | 418.268   | 511.173  |
| 9                   | 870.031   | 644.150  |
| 10                  | 622.431   | 642.710  |
| 11                  | 418.424   | 520.428  |
| 12                  | 586.470   | 502.447  |

Pada gambar 4.3 menunjukkan hasil dari peramalan dan data aktual, dimana pada bulan 9 mengalami kenaikan daripada hasil peramalan. Bulan 8 dan 11 terjadi penurunan dibandingkan hasil dari ramalan. Hal ini dapat terjadi jika kondisi di lapangan terdapat perubahan seperti adanya cuaca, kerusakan unit dan lainnya.

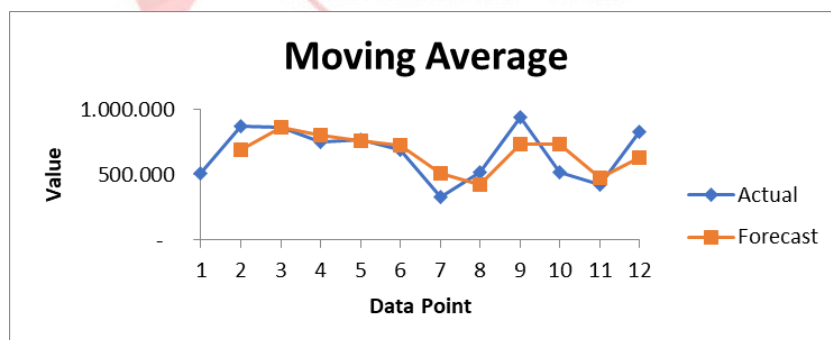
Gambar 4. 3 Grafik *Coal Getting*

Setelah menghitung *coal getting*, selanjutnya menghitung hasil peralaman dari produksi batu bara seperti tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan selama 12

bulan. Hasil perhitungan produksi pada tabel 4.3 memiliki rata rata selisih perbedaan  $\pm 200$  ribu dapat dilihat dari tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Moving Average* Produksi Batu Bara

| Hasil Produksi |          |          |
|----------------|----------|----------|
| Bulan          | Produksi | MA Inv 2 |
| 1              | 512.049  | #N/A     |
| 2              | 873.790  | 692.919  |
| 3              | 859.199  | 866.495  |
| 4              | 749.419  | 804.309  |
| 5              | 767.777  | 758.598  |
| 6              | 689.726  | 728.752  |
| 7              | 329.166  | 509.446  |
| 8              | 520.375  | 424.771  |
| 9              | 943.764  | 732.070  |
| 10             | 522.721  | 733.243  |
| 11             | 426.137  | 474.429  |
| 12             | 831.052  | 628.595  |



Gambar 4. 4 Grafik Produksi

Pada gambar 4.4 menunjukkan hasil dari peramalan dan data aktual, dimana pada bulan 9 dan 12 mengalami kenaikan daripada hasil peramalan. Bulan 7 dan 10 terjadi penurunan dibandingkan hasil ramalan. Hal ini dapat terjadi jika kondisi di lapangan terdapat perubahan seperti adanya cuaca, kerusakan unit, mesin *crusher*, BLC (*Belt Loading Conveyor*), menunggu tongkang dan lainnya. Hasil perhitungan produksi pada tabel 4.3 memiliki rata rata selisih perbedaan  $\pm 200$  ribu memiliki rata rata selisih perbedaan  $\pm 200$  ribu dapat dilihat pada tabel 4.4.

Table 4. 4 Hasil Prediksi dari Model

| <i>Coal Getting</i> | Produksi Batu Bara |
|---------------------|--------------------|
| 560.165             | 590.797            |
| 609.919             | 692.919            |
| 773.205             | 866.495            |
| 782.579             | 804.309            |
| 698.617             | 758.598            |
| 703.908             | 728.752            |
| 686.731             | 509.446            |
| 511.173             | 424.771            |
| 644.150             | 732.070            |
| 642.710             | 733.243            |
| 520.428             | 474.429            |
| 502.447             | 628.595            |

## 4.2 Model Berbasis VBA Macro Excel

### 4.2.1 Excel

Dalam excel ini, alur dimulai dengan menginputkan data *Coal Getting* (CG) dan ROM. Kemudian, dihitung jumlah total batu bara yang tersedia (total batu bara). Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan apakah total batu bara melebihi kemampuan *barged*. Jika melebihi, maka sisa batu bara yang melebihi kapasitas tersebut akan disimpan ke *Stockpile* (SP). Jika tidak melebihi, maka proses akan langsung dilanjutkan untuk memproses *coal getting* dan batu bara dari ROM menggunakan *crusher*.

Input data *Coal Getting* (CG) dan ROM (batu bara yang tersimpan di ROM). Hitung jumlah total Batu Bara yang tersedia:  $\text{Total\_batu\_bara} = \text{CG} + \text{ROM}$ . Cek apakah  $\text{Total\_batu\_bara}$  melebihi kemampuan *barged* (kapasitas *crusher*): Jika  $\text{Total\_batu\_bara} \leq \text{Kemampuan\_barged}$ , maka lanjutkan ke langkah 7. Jika  $\text{Total\_batu\_bara} > \text{Kemampuan\_barged}$ , lanjutkan ke langkah 5. Hitung sisa batu bara yang melebihi kemampuan *barged*:  $\text{Sisa\_batu\_bara} = \text{Total\_batu\_bara} - \text{Kemampuan\_barged}$  Simpan sisa batu bara ( $\text{Sisa\_batu\_bara}$ ) ke *Stockpile* (SP) Proses *coal getting* dan batu bara dari ROM dengan *crusher*. Data kemampuan, kapasitas, *crushing rate* unit di Lati *Mining Operation* dapat dilihat pada gambar 4.5 data diperoleh dari Departemen *Mine Operation*.

| Data Crusher LMO                 |          |        |                                  |          |        |
|----------------------------------|----------|--------|----------------------------------|----------|--------|
| a. Crusher 01                    |          |        | b. Crusher 02                    |          |        |
| PA                               | %        | 93%    | PA                               | %        | 93%    |
| Capacity                         | ton/hrs  | 1.200  | Capacity                         | ton/hrs  | 600    |
| Effective Working Hours          | hrs/week | 119    | Effective Working Hours          | hrs/week | 119    |
| Crushing Rate                    | ton/day  | 20.484 | Crushing Rate                    | ton/day  | 10.242 |
| Crushing Rate after feeding rate | 83%      | 17.070 | Crushing Rate after feeding rate | 83%      | 8.535  |
| c. Crusher 07                    |          |        | d. Crusher 09                    |          |        |
| PA                               | %        | 93%    | PA                               | %        | 93%    |
| Capacity                         | ton/hrs  | 1.000  | Capacity                         | ton/hrs  | 1.000  |
| Effective Working Hours          | hrs/week | 119    | Effective Working Hours          | hrs/week | 119    |
| Crushing Rate                    | ton/day  | 17.070 | Crushing Rate                    | ton/day  | 17.070 |
| Crushing Rate after feeding rate | 80%      | 13.656 | Crushing Rate after feeding rate | 80%      | 13.656 |
| Total Crushing Capacity          | ton/day  | 52.917 |                                  |          |        |

Gambar 4. 5 Data *Crusher Site Lati*

Data *crusher* ini diambil berdasarkan penelitian lapangan langsung dimana *crusher* LMO sebenarnya tidak dioperasikan. Faktanya, *crusher* 1, 7, dan 9 saja yang dioperasikan. Setelah proses *crushing*, ada proses *barging* menggunakan *belt loading conveyor*, berikut data kapasitas dan kemampuan dari BLC dapat dilihat pada gambar 4.6 dengan kapasitas BLC sebanyak 3.200 ton/jam. Parameter Data *barge* memiliki kapasitas 7.000, dengan *loading rate* 31.981 ton per hari.

| Data Barge LMO                  |          |        |                                         |           |       |
|---------------------------------|----------|--------|-----------------------------------------|-----------|-------|
| a. PA                           | %        | 93%    | Barge capacity                          | mt        | 7.000 |
| b. BLC Capacity                 | ton/hrs  | 3.200  | Cast off-alongs side                    | hrs/barge | 0,47  |
| Effective Working Hours         | hrs/week | 85     | Loading duration + cast off-alongs side | hrs/barge | 2,66  |
| Cast off-alongs side            | hrs/week | 15     | Barge per week                          | barge     | 32    |
| c. Effective Working Hours*     | hrs/week | 70     |                                         |           |       |
| Loading Rate                    | ton/day  | 31.981 |                                         |           |       |
| Loading Rate after feeding rate | 94%      | 29.982 |                                         |           |       |

Gambar 4. 6 Data *Barge Site Lati*

Metode perhitungan *moving average* yang telah didapatkan setelah menentukan metode yang paling mendekati hasil tersebut kemudian dibahasakan dengan rumus logika excel sesuai dengan alur proses pengolahan pada *site Lati*, rumus dapat dilihat pada tabel 4.5.

Table 4. 5 Rumus Excel Model Supply Chain

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Crusher 1 | =IFERROR(IF(IF([@[Side Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; IF(Tinput[@[ROM Lati]] + [@[Side Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; IF(Tinput[@[ROM Lati]] + [@[Side Dump]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; Tinput[@[ROM Lati]] + [@[Side Dump]] + [@[End Dump]]; LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; LCrushing[@[Per month (30 days)01]] <= LBarging[@[Per month (30 days)01]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[@[Stockpile Lati 1];[Stockpile Lati 3]]); IF([@[Side Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; IF(Tinput[@[ROM Lati]] + [@[Side Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; IF(Tinput[@[ROM Lati]] + [@[Side Dump]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; Tinput[@[ROM Lati]] + [@[Side Dump]] + [@[End Dump]]; LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; LCrushing[@[Per month (30 days)01]]; LBarging[@[Per month (30 days)01]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[@[Stockpile Lati 1];[Stockpile Lati 3]]); ""))                                                                                                                                                                                                                                            |
| Crusher 7 | =IFERROR(IF(IF([@[Side Dump]] > [@[Crushing 1]] + LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; IF([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] + Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; ([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] + Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; IF(Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] - [@[Side Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] - [@[Side Dump]]); LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; [@[Crushing 1]] <= LBarging[@[Per month (30 days)01]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[@[Stockpile Lati 1];[Stockpile Lati 3]]); IF([@[Side Dump]] > [@[Crushing 1]]; IF([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] + Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; ([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] + Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; IF(Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] - [@[Side Dump]] <= LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; Tinput[@[ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] - [@[Side Dump]]); LCrushing[@[Per month (30 days)07]]; LBarging[@[Per month (30 days)01]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[@[Stockpile Lati 1];[Stockpile Lati 3]]); "")) |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | L[Barging[[@Per month (30 days)]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) - [@[Crushing 1]]];""                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Crusher 9 | =IFERROR(IF(IF([@[Side Dump]] > [@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]]); IF([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); ([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); IF(Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] - [@[Side Dump]]) <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] - [@[Side Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]] + [@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] <= L[Barging[[@Per month (30 days)]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]])]; IF([@[Side Dump]] > [@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]]); IF([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); ([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); IF(Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] - [@[Side Dump]]) <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] - [@[Side Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); L[Barging[[@Per month (30 days)]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]]];""                                                                                                                              |
| Crusher 2 | =IFERROR(IF(IF([@[Side Dump]] > [@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]]); IF([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] - [@[Crushing 9]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); ([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] - [@[Crushing 9]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); IF(Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]] - [@[Side Dump]]) <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]] - [@[Side Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]])]; IF([@[Side Dump]] > [@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]]); IF([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] - [@[Crushing 9]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); ([@[Side Dump]] - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] - [@[Crushing 9]] + Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); IF(Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]] - [@[Side Dump]]) <= LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); Tinput[[@ROM Lati]] + [@[End Dump]] - ([@[Crushing 1]] + [@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]] - [@[Side Dump]]); LCrushing[[@Per month (30 days)07]]); L[Barging[[@Per month (30 days)]] + 0,8*240000 - SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) - [@[Crushing 1]] - [@[Crushing 7]] - [@[Crushing 9]]];"" |
| ROM       | =ROUND(IFERROR(IF(ROUND([@[Side Dump]] + [@[End Dump]] + Tinput[[@ROM Lati]] - [@[Crushing Total]]); 0) > 0,8*240000; "Kurangi: "&ROUND([@[Side Dump]] + [@[End Dump]] + Tinput[[@ROM Lati]] - [@[Crushing Total]] - 0,8*240000); 0); ([@[Side Dump]] + [@[End Dump]] + Tinput[[@ROM Lati]] - [@[Crushing Total]]);""; 0)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| SP 1      | = IFERROR(IF(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]] > [@[Maximum Barging]]); ([@[Crushing 1]] + Tinput[[@Stockpile Lati 1]] - ([@[Maximum Barging]]/(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]]))*([@[Crushing 1]] + Tinput[[@Stockpile Lati 1]]); 0; ""                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sp 3      | = IFERROR(IF(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]] > [@[Maximum Barging]]); ([@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]] + Tinput[[@Stockpile Lati 3]]) - ([@[Maximum Barging]]/(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]]))*([@[Crushing 7]] + [@[Crushing 9]] + Tinput[[@Stockpile Lati 3]]); 0; ""                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| SP 2      | = IFERROR(IF(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]] > [@[Maximum Barging]]); ([@[Crushing 2]] + Tinput[[@Stockpile Lati 2]]) - ([@[Maximum Barging]]/(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]]))*([@[Crushing 2]] + Tinput[[@Stockpile Lati 2]]); 0; ""                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Max       | = IFERROR(IF(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]] > [@[Maximum Barging]]); ([@[Crushing 2]] + Tinput[[@Stockpile Lati 2]]) - ([@[Maximum Barging]]/(SUM(Tinput[[@Stockpile Lati 1]:[Stockpile Lati 3]]) + [@[Crushing Total]]))*([@[Crushing 2]] + Tinput[[@Stockpile Lati 2]]); 0; ""                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Min       | =LET(a; IF(ISNUMBER([@ROM]); [ROM]; 0,8*30000); IF([@[Maximum Barging]] - (0,8*240000 - [@[Stockpile Total]]) - (0,8*240000 - a) <= 0; 0; [@[Maximum Barging]] - (0,8*240000 - [@[Stockpile Total]]) - (0,8*240000 - a))                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Rumus excel dibuat dengan dasar logika alur proses sesuai dengan *flowchart* pengolahan aktual dari *site* Lati. Dan tiap rumus masing masing saling terkait satu sama lain. Sehingga satu *cell* dan *cell* lainnya akan diproses secara bersamaan ketika *coal getting* sudah dimasukkan pada *sheet input*. Dari rumus rumus di atas, dilakukan uji coba dengan menggunakan data *historical* dari departemen PQSC dan data *dummy* dapat dilihat pada tabel 4.6 .

Table 4. 6 Hasil Uji Coba Model 1

Dari hasil percobaan dengan data *dummy* ini bertujuan untuk memastikan rumus dalam tiap tiap *cell* berfungsi. Berdasarkan angka *coal getting* yang telah dimasukkan dan diproses oleh rumus, kemudian akan menghasilkan asumsi nilai maksimum dan minimum *barging* yang bisa dikeluarkan oleh perusahaan.

Table 4. 7 Hasil Uji Coba Model 2 (Comparing with Actual Data)

| otal Coal Getti | Side Du | End Du  | Crushing | Crushing | Crushing 9 | Crushing 2 | Crushing | ROM | Stockpil | Stockpil | Stock | Stockpil | Maximu  | Minimu  |
|-----------------|---------|---------|----------|----------|------------|------------|----------|-----|----------|----------|-------|----------|---------|---------|
| 479.783         | 239.892 | 239.892 | 479.783  | -        | -          | -          | 479.783  | -   | -        | -        | -     | -        | 479.783 | 95.783  |
| 740.056         | 370.028 | 370.028 | 594.036  | 146.020  | -          | -          | 740.056  | -   | -        | -        | -     | -        | 740.056 | 356.056 |
| 806.354         | 403.177 | 403.177 | 635.004  | 171.350  | -          | -          | 806.354  | -   | -        | -        | -     | -        | 806.354 | 422.354 |
| 758.803         | 379.402 | 379.402 | 614.520  | 144.283  | -          | -          | 758.803  | -   | -        | -        | -     | -        | 758.803 | 374.803 |
| 638.431         | 319.216 | 319.216 | 635.004  | 3.427    | -          | -          | 638.431  | -   | -        | -        | -     | -        | 638.431 | 254.431 |
| 769.386         | 384.693 | 384.693 | 614.520  | 154.866  | -          | -          | 769.386  | -   | -        | -        | -     | -        | 769.386 | 385.386 |
| 604.077         | 302.039 | 302.039 | 604.077  | -        | -          | -          | 604.077  | -   | -        | -        | -     | -        | 604.077 | 220.077 |
| 418.243         | 209.122 | 209.122 | 418.243  | -        | -          | -          | 418.243  | -   | -        | -        | -     | -        | 418.243 | 34.243  |

#### 4.2.2 Rancang Bangun Model

Project pembuatan model *supply chain* yang telah disepakati dalam pemilihan teknologi pengembangan yang tepat adalah menggunakan aplikasi excel dengan Fitur VBA (*Visual Basic*) *developer*. Model dibuat dengan excel yang berisikan sheet *input site* beserta parameter pendukungnya, yang telah diintegrasikan dengan rumus dan data data parameter yang dibutuhkan.

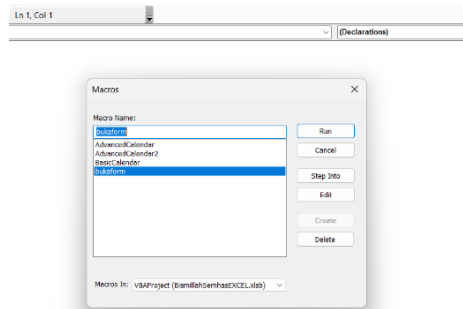
Untuk *input* yang diperlukan model dalam proses perhitungan adalah:

1. *Coal Getting*
2. *Stockpile (Opening & Closing Stock)*
3. ROM

Kemudian dalam proses perhitungan akan menghasilkan *output* seperti:

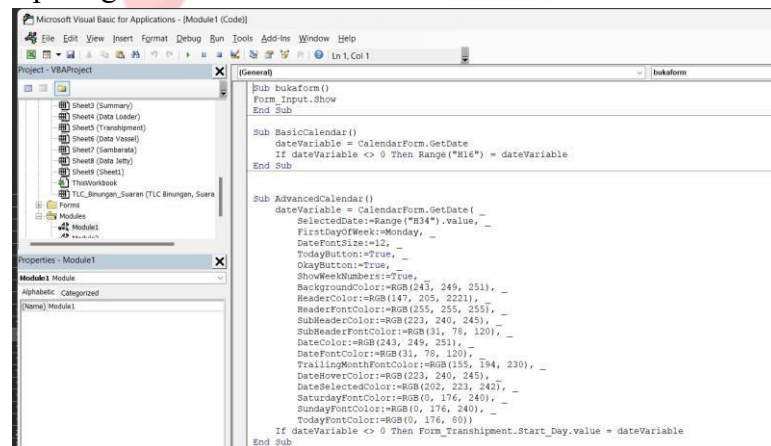
1. Minimal *Barging*
2. Maksimal *Barging*
3. Maksimal & Minimal *Stockpile*
4. Maksimal & Minimal ROM

VBA macro terintegrasi dengan excel yang telah dibuat sebelumnya, untuk menggunakan VBA macro pada aplikasi excel harus mengaktifkan fitur *developer* kemudian mengaktifkan *run macros* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Run VBA

Setelah dapat di-running masukan *coding* untuk mengintegrasikan VBA dengan *sheet excel*. Kemudian dibuat perintah untuk *button* yang akan digunakan pada *form* dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Code VBA

*Form Input* terdiri fitur tambah, hapus, ubah, cari, *reset*. Jika terjadi perubahan pada parameter dapat menggunakan fitur *input site*. Ketika data telah di-*input* dan telah memasukan bulan dan tahun. Fitur “cari” dapat digunakan dengan memasukan bulan dan tahun kemudian meng klik *button* “cari” maka akan muncul hasil kalkulasi dari data tersebut di kolom-kolom di bawah kolom *input* dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Input Data

*Form default* ini menjadi tempat untuk menginput data data primer perhitungan yang disesuaikan dengan keadaan lapangan yang sebenarnya. Dan juga bertujuan untuk dapat mengkalkulasi perhitungan dengan keadaan yang bisa berubah contohnya ketika waktu *shift change* melebihi waktu dari biasanya, kerusakan mesin (waktu stop mesin) dan lainnya dapat dilihat pada gambar 4.10.

Gambar 4. 10 Form Default

Fitur tambahan adalah *form summary* pada gambar 4.11 berisikan rangkuman hasil dari semua perhitungan mulai dari *coal getting* yang telah terkalkulasi menghasilkan maksimum, minimum *barging* dan diketahui *stockpile-rom* minimum dan maksimumnya. Maka pada *form* ini juga dapat menampilkan rangkuman hasil kalkulasi dari *input-an* per tahunnya.

Gambar 4. 11 Form Summary

### 4.3 Pembahasan

Setelah VBA macro dapat digunakan dan rumus sesuai dengan metode *single moving average* yang diperoleh diaplikasikan pada excel selanjutnya membandingkan hasil model dengan data aktual yang diperoleh oleh departemen PQSC dan Marine pada tabel 4.8. Berikut adalah perolehan data aktual bulanan dalam tahun 2022. *Closing stock* adalah *stock* yang tersimpan pada ROM/*Stockpile*. Dan pada data *shipment* terbesar terdapat di bulan September.

Tabel 4. 8 Data Aktual

| Bulan     | Coal Gettin | Closing Stock | Coal Shipme |
|-----------|-------------|---------------|-------------|
| Januari   | 479.783     | 374.562       | 512.049     |
| Februari  | 740.056     | 240.750       | 873.790     |
| Maret     | 806.354     | 167.329       | 859.199     |
| April     | 758.803     | 191.438       | 749.419     |
| Mei       | 638.431     | 74.044        | 767.777     |
| Juni      | 769.386     | 161.449       | 689.726     |
| Juli      | 604.077     | 432.283       | 329.166     |
| Agustus   | 418.268     | 339.819       | 520.375     |
| September | 870.031     | 281.788       | 943.764     |
| Oktober   | 622.431     | 385.014       | 522.721     |
| November  | 418.424     | 380.582       | 426.137     |
| Desember  | 586.470     | 136.000       | 831.052     |

Hasil dari model pada gambar dengan VBA pada fitur tampilan *summary*. Hitungan kalkulasi beserta rumus yang ada di excel sudah terintegrasi dengan VBA. Dan begitu juga dengan data yang telah di-*input* dengan VBA, akan langsung terdata di-*sheet input* yang ada di file excel. Hasil dari maksimum dan minimum *barging* didapatkan untuk memperkirakan kisaran berapa yang harus di-*barging* oleh perusahaan. Dibandingkan dengan data aktual, dari ke 12 bulan tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap bulannya produksi terus berjalan/*stop production*. Jika di bawah dari minimum, maka terdapat *issue* dari proses pengolahan. Bisa terjadi karena cuaca di darat/laut, kerusakan mesin, dan lainnya dapat dilihat pada gambar 4.12.

Form\_Summary

2022

Tampilkan






| Summary Tahun 2022 |                    |                |     |                 |                 |                 |
|--------------------|--------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| Lati               | Total Coal Getting | Crushing Total | ROM | Stockpile Total | Maximum Barging | Minimum Barging |
| January            | 479.783            | 479.783        | -   | -               | 479.783         | 95.783          |
| February           | 740.056            | 740.056        | -   | -               | 740.056         | 356.056         |
| March              | 806.354            | 806.354        | -   | -               | 806.354         | 422.354         |
| April              | 758.803            | 758.803        | -   | -               | 758.803         | 374.803         |
| May                | 638.431            | 638.431        | -   | -               | 638.431         | 254.431         |
| June               | 769.386            | 769.386        | -   | -               | 769.386         | 385.386         |
| July               | 604.077            | 604.077        | -   | -               | 604.077         | 220.077         |
| August             | 418.268            | 418.268        | -   | -               | 418.268         | 34.268          |
| September          | 870.031            | 870.031        | -   | -               | 870.031         | 486.031         |
| October            | 622.431            | 622.431        | -   | -               | 622.431         | 238.431         |
| November           | 418.424            | 418.424        | -   | -               | 418.424         | 34.424          |
| December           | 586.470            | 586.470        | -   | -               | 586.470         | 202.470         |

Gambar 4. 12 Hasil dari Model

#### 4.3.1 Hasil Uji MAD

Untuk mengetahui seberapa ketetapan dari suatu metode *moving average* digunakan, maka nilai dari kesalahan atau error dapat dihitung dengan menggunakan metode deviasi absolut rerata atau yang disebut *Mean Absolute Deviation* (MAD) (Siswanto dkk., 2021). Nilai penyimpangan data produksi di bulan ke-n dengan peramalan yang telah dilakukan sebelumnya, akan dihitung kemudian dilihat rata-ratanya. Nilai kesalahan mengabaikan apakah nilai memiliki tanda positif dan tanda negatifnya. Alhasil, penyimpangan atau kesalahan akan diubah menjadi suatu nilai absolut dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Model & Hasil Aktual

| Nilai Aktual | Nilai Prediksi | x-y       | MAD        |
|--------------|----------------|-----------|------------|
| 512049       | 287783         | 224.266   |            |
| 873790       | 548056         | 325.734   |            |
| 859199       | 614354         | 244.845   |            |
| 749419       | 566803         | 182.616   |            |
| 767777       | 446431         | 321.346   |            |
| 689726       | 577386         | 112.340   |            |
| 329166       | 412077         | 82.911    |            |
| 520375       | 226268         | 294.107   |            |
| 943764       | 678031         | 265.733   |            |
| 522721       | 430431         | 92.290    |            |
| 426137       | 226424         | 199.713   |            |
| 831052       | 394470         | 436.582   |            |
|              |                | 2.782.483 | 23187,5833 |

Masing masing dari hasil perbulan yang diuji dengan metode MAD menunjukkan hasil berupa selisih dari nilai aktual dan prediksi kemudian mendapatkan hasil *error* dimana penyebarannya sebesar 23187,5833.

### 4.3.2 Hasil Uji Metode One Sample T Test

t-Test: One Sample T Test for Means

|                              | Variable 1  | Variable 2  |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Mean                         | 668764,5578 | 662035,1152 |
| Variance                     | 39919461020 | 18883385738 |
| Observations                 | 12          | 12          |
| Pearson Correlation          | 0,711377218 |             |
| Hypothesized Mean Difference | 0           |             |
| df                           | 11          |             |
| t Stat                       | 0,165918375 |             |
| P(T<=t) one-tail             | 0,435615712 |             |
| t Critical one-tail          | 1,795884819 |             |
| P(T<=t) two-tail             | 0,871231423 |             |
| t Critical two-tail          | 2,20098516  |             |

t-Test: One Sample T Test

|                              | Variable 1  | Variable 2  |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Mean                         | 668764,5578 | 662035,1152 |
| Variance                     | 39919461020 | 18883385738 |
| Observations                 | 12          | 12          |
| Pooled Variance              | 29401423379 |             |
| Hypothesized Mean Difference | 0           |             |
| df                           | 22          |             |
| t Stat                       | 0,096132567 |             |
| P(T<=t) one-tail             | 0,462142812 |             |
| t Critical one-tail          | 1,717144374 |             |
| P(T<=t) two-tail             | 0,924285624 |             |
| t Critical two-tail          | 2,073873068 |             |

Tujuan pengujian *one sample T-Test* adalah ingin mengetahui apakah sebuah sampel berasal dari sebuah populasi yang mempunyai rata rata (*mean*) yang sudah diketahui. Jadi pengujian *one sample T-Test* pada prinsipnya ingin menguji apakah suatu nilai tertentu yang diberikan sebagai pembanding berbeda secara nyata ataukah tidak dengan rata rata sebuah sampel (Barry Render, 2017). Dari hasil t-test ini terdapat rata rata dari data aktual dengan hasil 668764,5578 dan hasil dari model yaitu 662035,1152 dengan selisih 6729,4426.