

## Perencanaan Tambang Secara Manual dan *Software Micromine* Sebagai Pembanding Pada Kapal Keruk 21 Singkep 1 Di Laut Air Kantung, PT Timah (Persero) Tbk

### *Manual Mine Plan and Software of Micromine As a Compare On Dredger 21 Singkep 1 At The Air Kantung Sea, PT Timah (Persero) Tbk*

Elisa<sup>1</sup>, Irvani<sup>2</sup>, Janiar Pitulima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

<sup>2</sup>Staf Pengajar, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

#### **Abstract**

*Dredger 21 Singkep 1 is a mean of production offshore tin mining owned PT Timah (Persero) Tbk, which in 2016 is located in the Air Kantung Sea. Before the implementation of the necessary mining mine planning as a guide to provide an overview of work in the field conditions. Mine planning studies considering the economical extraction and analysis of the operations of dredgers by applying two ways; manually which reserves calculations using the Poligon Methods (Area Of Influence) with sea drilling spacing of 100 × 100 m and assisted Software Micromine as a comparasion. Based in the calculation, the value of the break even production of 42 tonnes ore/month and the break even grade of 0,23 kg/m<sup>3</sup>. Mining in May to October 2017 to continue the old location to the position of excavation to the northwest. Results obtained Idh manual production planning (Content Calculated) 1.263.980 m<sup>3</sup>, TDH (Tin Calculated) 0,292 kg/m<sup>3</sup> and PDH (Production Calculated) 369,69 tonnes, while the calculation of Micromine obtained Idh 1.271.379 m<sup>3</sup>, Tdh 0,273 kg/m<sup>3</sup> and Pdh 347 tonnes. Fault tolerance value 0,58%. Repair manual planning the excavation efficiency is obtained Idh 1.283.847 m<sup>3</sup> increased 1,55%, Tdh 0,327 kg/m<sup>3</sup> increased 10,7% and Pdh 409,37 tonnes increased 11,85%. Based on the analysis of drill profiles, the most effective method of extracting using combination system, where the overburden excavation with long face method and leaded soil with short face method.*

**Keywords** : *Software micromine, excavation efficiency, analysis of drill profiles*

#### **1. Pendahuluan**

Perencanaan tambang untuk memberikan gambaran secara umum kondisi dilapangan sebelum melakukan penambangan agar mencapai target produksi yang diharapkan perusahaan. Pengolahan data dalam perencanaan tambang timah telah mengalami perkembangan yaitu menggunakan *Software Micromine* yang mudah, praktis dan akurat dalam perhitungan cadangan, penjadwalan produksi, pembuatan blok kerja dan berbagai fungsi *tools*. Selain itu, perencanaan tambang juga dibuat secara manual dengan menghitung cadangan bijih timah menggunakan Metode Poligon (*Area Of Influence*) yang dapat memberikan penjelasan sistematis dan gambaran dalam membuat sebuah rencana tambang sebelum menggunakan *Software Micromine*.

Perencanaan tambang pada Kapal Keruk 21 Singkep 1 untuk tahun 2017 dibuat berdasarkan kajian ekonomis dan analisa pertimbangan pengoperasian pada Kapal Keruk, perhitungan cadangan bijih timah menggunakan Metode Poligon (*Area Of Influence*) dan penggunaan *Software Micromine* sebagai pembandingnya serta tingkat toleransi kesalahannya, merencanakan efisiensi penggalian untuk meningkatkan produksi berdasarkan perbaikan perencanaan tambang yang dibuat secara manual, membandingkan hasil perhitungan rencana kerja efisiensi penggalian dari perbaikan perencanaan produksi secara manual, dan menentukan sistem dan metode penggalian berdasarkan analisa penampang profil bor.

#### **Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini terletak di Laut Air Kantung, Kabupaten Bangka Utara Provinsi Bangka Belitung, adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

\*Korespodensi Penulis: (Elisa) Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung.  
Email: [elisasuparman77@gmail.com](mailto:elisasuparman77@gmail.com)

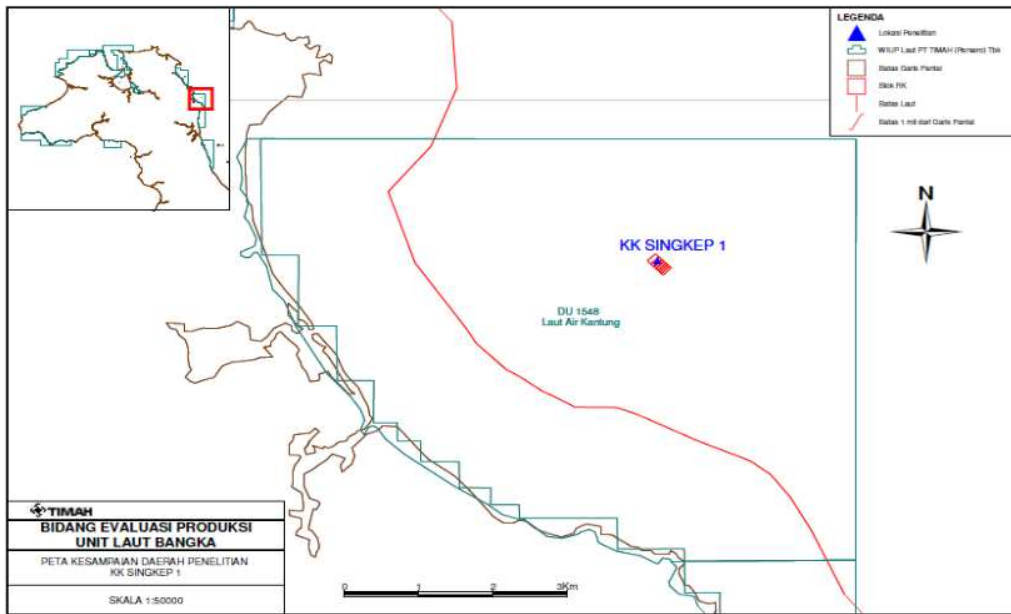
**Tinjauan Pustaka**

**Geologi Regional**

Struktur geologi di Pulau Bangka meliputi kelurusan, kekar, lipatan dan patahan. Lipatan terjadi pada batuan berumur Perm dan Trias (Mangga dan Djamal, 1994). Menurut Margono dkk (1995) Lipatan batuan meliputi Formasi Tanjung Genting dan Formasi Ranggam, mempunyai arah sumbu timur laut – barat daya dan kemiringan besar antara 18° - 75°, menunjukkan intensitas tektonik besar. Katili

(1967) menyatakan struktur geologi di Pulau Bangka berkaitan erat terhadap perlipatan batuan, dengan arah umum patahan dan kekar utara-selatan, timur laut-barat daya, dan tenggara-barat laut.

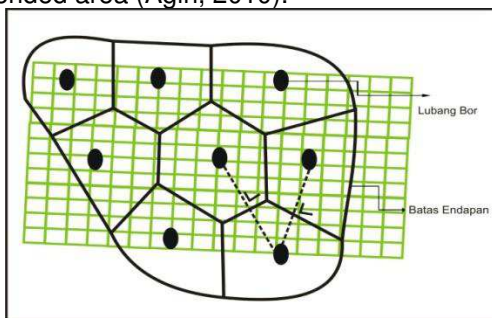
Laut Air kantung berlokasi di Perairan Bangka Utara. Stratigrafi regional Bangka Utara dibagi menjadi 6 (enam) formasi berurutan dari tua ke muda antara lain kompleks pemali, diabas penyambung, tanjung genting, granit klabat, formasi ranggam, dan aluvial (Mangga dan Djamal, 1994).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Metode Perhitungan Cadangan dengan Metode Poligon (*Area Of Influence*)

Perhitungan cadangan timah secara manual dilakukan dengan cara reduksi berdasarkan pada batas daerah pengaruh tiap lubang bor secara extended area (Agin, 2010).



Gambar 2. Cara Menghitung Jumlah Reduksi (Sujoko dan Prabowo, 2008)

Selanjutnya dilakukan proses perhitungan cadangan bijih timah dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Menghitung Isi Jumlah

$$IJ = \text{Jam Jalan/bulan} \times \text{LPT m}^3/\text{jam} \dots\dots(1)$$

b. Menghitung volume dihitung/isi dihitung

$$Idh = \frac{\text{Isi Jumlah (IJ)}}{\text{Talud (1,1)}} \dots\dots(2)$$

c. Menghitung tebal lapisan tanah rata-rata

$$Ddh = \frac{(\sum \text{faktor reduksi}) \times \text{tebal}}{\sum \text{reduksi}} \dots\dots(3)$$

d. Menghitung luas kolong kerja/luas dihitung

$$Ldh = \frac{Idh}{Ddh} \dots\dots(4)$$

e. Menghitung panjang kolong kerja/kemajuan kapal

$$Ldh = \text{panjang kolong} \times \text{lebar kolong} \dots\dots(5)$$

$$\text{Panjang kolong} = \frac{Ldh}{\text{Lebar kolong}} \dots\dots(6)$$

f. Menghitung kadar/grade timah rata-rata

$$Tdh = \frac{(\sum \text{faktor reduksi}) \times \text{kadar timah}}{\sum \text{reduksi}} \dots\dots(7)$$

g. Menghitung produksi timah/tonase (Pdh)

$$Pdh = \frac{Idh \times Tdh}{1000} \dots\dots(8)$$

### Pertimbangan Ekonomis Penambangan

Berikut rumusan dalam menghitung pertimbangan ekonomis penambangan (Lubis, 2012) :

#### 1. Perhitungan *Break Even Production*

*Break Even Production* (BEP) merupakan produksi pulang pokok sehingga dirumuskan sebagai berikut :

$$BEP = \frac{\text{Biaya Operasional Penambangan}}{\text{Harga Efektif Tambang}} \dots\dots(9)$$

Komponen utama dari biaya operasi penambangan terdiri dari tenaga kerja, suku cadang, penggantian peralatan karena aus atau rusak, bahan bakar, bahan peledak dan aksesoris, oli, dan lain-lain (Sulistiyana, 2010).

#### 2. Perhitungan *Break Even Grade* (BEG)

##### a. Koefisien Hasil (KH)

$$KH = \frac{Psb}{Pdh} \dots\dots(10)$$

##### b. Break Even Grade (BEG)

$$BAK = \frac{BEP}{KH} \dots\dots(11)$$

$$BEG = \frac{BAK}{Idh} \dots\dots(12)$$

### Pertimbangan Pengoperasian Kapal Keruk

Bijmolt (2014) menyatakan Terdapat tiga implikasi kriteria desain penting yang harus dipenuhi untuk optimasi tambang Kapal Keruk antara lain kedalaman air, arah kolong dan arah penambangan. Berikut pertimbangan teknis dalam pengoperasian Kapal Keruk:

#### 1. Lokasi Operasi

Gibbons (1987) menyatakan pada penambangan Kapal Keruk yang paling penting adalah kedalaman dan kadar dari cadangan, kedalaman air dimana cadangan terletak, dan karakteristik lingkungan laut kondisi gelombang, angin, arus, pasang surut, dan badai.

#### 2. Indikator Kerja, menurut (Usman, 2008) :

##### a. Jam Jalan (JJ), dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Standar jam jalan/bulan} = \text{jam tersedia} - \text{jam stop} \dots\dots(14)$$

$$JJ/\text{bulan} = \frac{\text{standar jam jalan / tahun}}{12 \text{ bulan}} \dots\dots(15)$$

##### b. Laju Pemandahan Tanah (LPT), dirumuskan sebagai berikut:

$$LPT = V \text{ (cuft)} \times 0,0283 \text{ m}^3 \times \text{BPM} \times 60 \dots\dots(16)$$

Keterangan:

V = Volume ember (Cuft)

BPM = *Bucket per menit*

0,0283m<sup>3</sup> = Cuft

Sedangkan untuk realisasi LPT aktual dapat dihitung dengan persamaan (15) sebagai berikut.

$$LPT \text{ ideal} = LPT \times \% \text{ ember fulling} \dots\dots(17)$$

Keterangan:

% *ember fulling* = %pengisian ember (tanah atas dan kaksa).

### Pembukaan Kolong Kerja (*Werk Put*)

Siahaan (1986) menyatakan membuka kolong kerja atau *werk put* berarti mengadakan pekerjaan pendahuluan penggalian setelah Kapal Keruk tiba di tempat operasi yang baru. Perhitungan volume tanah pada pembukaan kolong kerja harus mengetahui panjang dan lebar kolong kerja, tebal kedalaman lubang bor rata-rata hingga mencapai batas kongline dan lebar talud (Suyatino, 2011).

## 2. Metode Penelitian

### Objek Penelitian

Beberapa objek penelitian dalam membuat perencanaan tambang secara manual dan software *micromine* sebagai pembanding pada Kapal Keruk 21 Singkep 1 di Laut Air Kantung adalah laju pemindahan tanah dan jam jalan, data hasil pengeboran di Laut Air Kantung, peta cadangan Rencana Jangka Panjang Kapal Keruk, peta kontur kong, penampang profil bor, laporan penggalian bulanan dan keuangan Kapal Keruk 21 Singkep 1 Tahun 2015 serta diagram Windrose Laut Air Kantung.

### Tahapan Penelitian

Tahap penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data – data hasil pengolahan. Data ini akan dianalisa keekonomisannya dengan menghitung titik impas (BEP) dan kadar bijih terendah (BEG) yang harus dicapai selama rencana penambangan pada bulan Mei - Oktober tahun 2017. Petimbangan menentukan *front* kerja yang aman berdasarkan *history* seperti rencana kerja tahun 2016, peta kontur kong, perkiraan angin dan cuaca pada rencana kerja bulan Mei - Oktober tahun 2017.

Blok kerja rencana penambangan tahun 2017 dibuat dengan perhitungan cadangan menggunakan Metode Poligon (*Area Of Influence*) kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan *Software Micromine*. Cadangan dari rencana kerja tersebut kemudian dihitung volume dan lamanya pembukaan kolong kerja (WP) dan perencanaan produksi bijih perbulan dengan perhitungan secara manual dan *Software Micromine* kemudian dilakukan perbaikan dengan efisiensi penggalian secara manual untuk meningkatkan produksi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berikut perolehan BEP dan BEG per bulan berdasarkan perencanaan kerja tahun 2017 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. BEP dan BEG Per Bulan Berdasarkan Perencanaan Kerja Tahun 2017.

Bulan	Jam Jalan (/bulan)	LPT (m <sup>3</sup> /jam)	IJ (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Idh (/bulan (x10 <sup>3</sup> ))	BEP	BEG
Mei	300	500	150	136,36	42	0,31
Juni	500	450	225	204,54	42	0,20
Juli	500	450	225	204,54	42	0,20
Agustus	500	450	225	204,54	42	0,20
Septem-ber	500	450	225	204,54	42	0,20
Oktober	450	400	180	163,63	42	0,26
Total	2.750	463	1.275	1118,15	252	0,23

#### Analisa Pertimbangan Pengoperasian Kapal Keruk 21 Singkep 1

Pertimbangan-pertimbangan pengoperasian pada Kapal Keruk meliputi :

##### 1) Lokasi Operasi

Lokasi rencana kerja Kapal Keruk 21 Singkep 1 untuk tahun 2017 yaitu melanjutkan penambangan di lokasi tahun sebelumnya di Laut Air Kantung, Sungailiat sebagai upaya untuk menjaga kemenerusan cadangan.

##### 2) Faktor Alam

Berdasarkan diagram *Windrose* rekapitulasi arah angin di Laut Air Kantung bulan Mei – Oktober tahun 2011 - 2016, pergerakan arah angin yang dominan di Laut Air Kantung adalah dari arah tenggara sehingga kapal harus diposisikan berlawanan dengan arah angin. Hal ini bertujuan agar pengoperasian Kapal Keruk tidak terganggu karena faktor cuaca maka kapal harus berada di posisi barat laut.

##### 3) Indikator kerja

Perkiraan rencana jam jalan dan laju pemindahan tanah untuk perencanaan tambang tahun 2017 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pembuatan Blok Kerja Per Bulan dengan Software Micromine

Bulan	Jam/ Bulan	Laju Pemindahan Tanah (m <sup>3</sup> /jam)	Ket.
WP Mei	250	700	Werk Put
Mei	300	500	Produksi
Juni	500	450	Produksi
Juli	500	450	Produksi
Agustus	500	450	Produksi
September	500	450	Produksi
Oktober	450	400	Produksi

### Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi dibuat dalam 2 (dua) cara yaitu secara manual dan dengan *Software Micromine* sebagai pembandingan.

#### 1. Perencanaan Produksi Secara Manual

Lebar kolong untuk pembukaan kolong kerja (*werk put*) direncanakan sebesar 80 m dan harus mencapai kongline pada kedalaman 27 m sehingga kemunduran kapal 135 m. Perencanaan pembukaan kolong kerja dengan metode manual disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perencanaan Pembukaan Kolong Kerja dengan Metode Manual

Jam Jalan (jam/bulan)	LPT (m <sup>3</sup> /jam)	IJ (m <sup>3</sup> )	Ldh (m <sup>2</sup> )	Ddh (m)	Idh (m <sup>3</sup> )
241	700	168.58	10.804	28,37	153.255

Berdasarkan hasil perhitungan pembukaan kolong kerja (*werk put*) dan pembuatan blok kerja secara manual dengan perhitungan cadangan menggunakan Metode Poligon (*Area Of Influence*) maka diperoleh perencanaan produksi secara keseluruhan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pembuatan Blok Kerja Per Bulan dengan Secara Manual

Bulan	Ldh (m <sup>2</sup> )	Ddh (m)	Idh (m <sup>3</sup> )	Tdh (kg/m <sup>3</sup> )	Pdh (ton)
Mei	4.816	28,313	136.364	0,285	38,86
Juni	7.059	28,974	204.545	0,255	52,16
Juli	6.974	29,325	204.545	0,471	96,34
Agus- tus	7.032	29,083	204.545	0,317	64,84
Septem-ber	6.888	29,695	204.545	0,240	49,1
Okto- ber	5.498	29,757	163.636	0,418	68,39
Total	49.070	25,758	1.263.98	0,292	369,69

#### 2. Perencanaan Produksi Menggunakan Software Micromine

Pembukaan kolong kerja (*werk put*) dengan *Software Micromine* perhitungannya hampir sama dengan metode manual, perbedaannya hanya terletak pada nilai Ddh dimana pada *Software Micromine* nilai Ddh dipengaruhi oleh lubang bor yang ada pada blok pembukaan kolong kerja sehingga perencanaannya berubah (Tabel 5).

Tabel 5. Perencanaan Pembukaan Kolong Kerja dengan Software Micromine

Jam Jalan (/bulan)	LPT (m <sup>3</sup> /jam)	IJ (m <sup>3</sup> )	Ldh (m <sup>2</sup> )	Ddh (m)	Idh (m <sup>3</sup> )
229	700	160.380	10.800	27	145.800

Hasil perhitungan cadangan dan pembuatan blok kerja yang disinkronkan dengan Idh pada masing-masing blok kerja per bulan maka diperoleh hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pembuatan Blok Kerja Per Bulan dengan *Software Micromine*

Bulan	Ldh (m <sup>2</sup> )	Ddh (m)	ldh (m <sup>3</sup> )	Tdh (kg/m <sup>3</sup> )	Pdh (ton)
Mei	4.833	28,19	136.242	0,295	40
Juni	7.049	29,02	204.562	0,211	43
Juli	7.051	29,01	204.550	0,427	87
Agustus	7.066	28,95	204.561	0,319	65
September	6.888	29,70	204.574	0,255	52
Oktober	5.493	29,79	163.636	0,362	59
Total	49.184	25,85	1.271.379	0,273	347

### Efisiensi Penggalian dari Perbaikan Perencanaan Tambang Manual

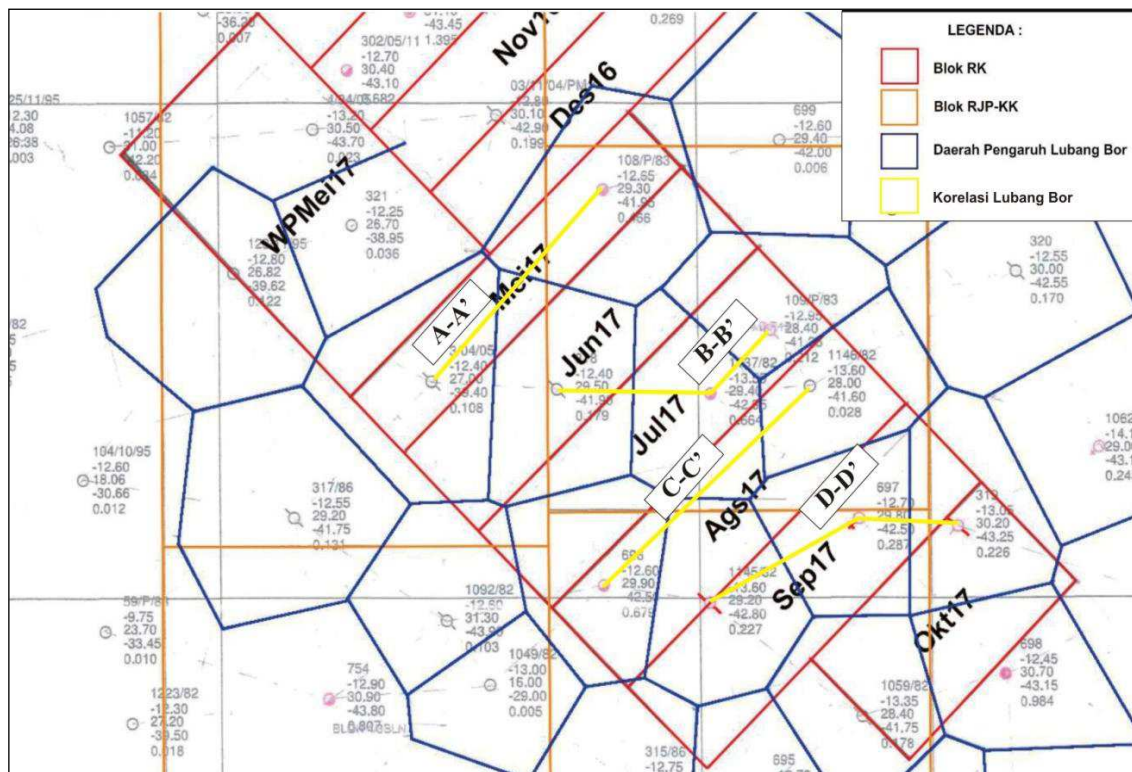
Efisiensi penggalian dilakukan dengan mempersingkat waktu pembukaan kolong kerja dan memotong sedikit bagian dari blok kerja yang dinilai kurang ekonomis jika ditambang.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Rencana Produksi dengan Efisiensi Penggalian

Bulan	Ldh (m <sup>2</sup> )	Ddh (m)	ldh (m <sup>3</sup> )	Tdh (kg/m <sup>3</sup> )	Pdh (ton)
Mei	5.87 4,60	28,396 5	166.81 8	0,28 6	47,7
Juni	7.03 2,90	29,084	204.54 5	0,26 8	54,8
Juli	6.97 7,99	29,312 9	204.54 5	0,49 6	101,4
Agustus	8.24 7,82	27,051 8	223.11 8	0,37 1	82,7
September	6.87 7,08	29,743 0	204.54 5	0,23 0	47,0
Oktober	5.50 8,55	29,705 8	163.63 6	0,52 3	85,8
Total	49.1 64,2 2	26,113 44	1.283. 847	0,32 7	419, 37

### Analisa Penampang Profil Bor

Berikut analisa pelapisan profil bor sayatan vertikal yang menunjukkan lapisan tanah atas, lapisan tanah bertimah serta kadar timah yang terdapat pada setiap pelapisan lubang bor dari blok rencana kerja Kapal Keruk 21 Singkep 1 Tahun 2017 dan korelasi lubang bor pada rencana kerja tahun 2017 dapat dilihat pada Gambar 3.



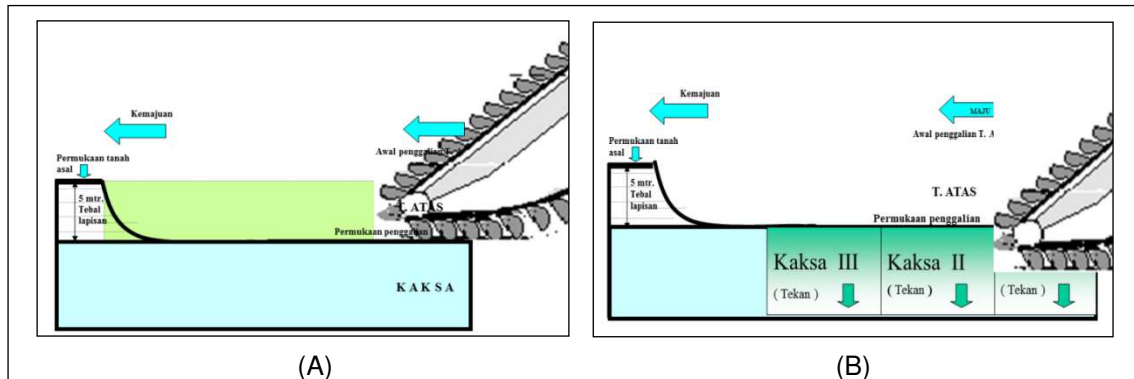
Gambar 3. Korelasi Profil Bor Rencana Kerja Tahun 2017

## Penentuan Sistem dan Metode Penggalian

### 1) Sistem Penggalian

Penggalian harus dilakukan dengan hati-hati agar lapisan tanah bertimah (kaksa) dapat digali sebersih mungkin sehingga sistem penggalian yang cocok untuk Kapal Keruk 21 Singkep 1

adalah sistem kombinasi. Teknis penggalian dengan menggunakan sistem ini adalah lapisan tanah atas menggunakan sistem maju dengan cara menggali secara bertahap hingga mencapai lapisan kaksa.



Gambar 4. (A)Sistem Maju Untuk Lapisan Tanah Atas, (B) Sistem Tekan Untuk Lapisan Kaksa

Selanjutnya Kapal Keruk mundur untuk penggalian lapisan tanah bertimah (kaksa) dengan sistem tekan. Sistem tekan dilakukan dengan penggalian secara bertahap dari mulai lapisan tanah atas hingga sampai batuan dasar/*bedrock* dimana penekanan Ladder dapat dikontrol yang diikuti dengan perpindahan kolong/snee.

### 2) Metode Penggalian

Ketebalan lapisan tanah atas yang relatif rata memungkinkan LPT diusahakan semaksimal mungkin dapat mencapai LPT ideal sebesar 734 m<sup>3</sup>/jam sehingga langsung dilakukan selebar kolong (menggunakan metode *long face*). Pada penggalian kaksa yang tersebar tidak merata dimulai pada kedalaman 34 m dengan tebal yang bervariasi maka harus dibuat perpotongan kolong kerja misalnya karena lebar kolong kerja 160 m maka dibagi lebar kolong kerja menjadi 4 kelompok *snee* (ABCD-EFGH-IJKL-MNOP).

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

- 1) BEP (*Break Even Production*) adalah 42 ton bijih/bulan dan atau BEG (*Break Even Grade*) sebesar 0,23 kg/m<sup>3</sup>.
- 2) Perencanaan lokasi kerja Kapal Keruk 21 Singkep 1 untuk tahun 2017 yaitu di Laut Air Kantung Sungailiat dengan posisi penggalian berlawanan dengan arah angin yaitu ke arah barat laut dan dijadwalkan pada bulan Mei - Oktober tahun 2017.
- 3) Perolehan keseluruhan dari perencanaan produksi perbulan Kapal Keruk 21 Singkep 1

secara manual yaitu Idh sebesar 1.263.980 m<sup>3</sup> dengan Tdh sebesar 0,292 kg/m<sup>3</sup> dan Pdh sebesar 369,69 ton. Pada perhitungan menggunakan *Software Micromine* yaitu Idh sebesar 1.271.379 m<sup>3</sup> dengan Tdh sebesar 0,273 kg/m<sup>3</sup> dan Pdh sebesar 347 ton. Persen toleransi kesalahannya bernilai 0,58% .

- 4) Efisiensi penggalian pada perbaikan perencanaan tambang secara manual menghasilkan Idh sebesar 1.283.847 m<sup>3</sup>, Tdh sebesar 0,327 kg/m<sup>3</sup> dan Pdh sebesar 419,37 ton.
- 5) Berdasarkan analisa penampang profil bor, sistem penggalian yang efektif adalah menggunakan sistem kombinasi, metode penggalian menggunakan Metode *long face* untuk tanah atas dan metode *short face* untuk lapisan kaksa.

## Daftar Pustaka

- Agin. (2010) *Penentuan Reduksi (Valensi) Daerah Pengaruh Lubang Bor Dan Perhitungan Cadangan Timah Untuk Cadangan Kapal Keruk Dan Tambang Darat*. Buku Ajar Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung. Bangka.
- Gibbons, H John. 1987. *Marine Minerals: Exploring Our New Ocean Frontier*. Ocean Frontier, OTA-O-342 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, July 1987),
- Katili, J.A. 1967. *Structure And Age of The Indonesian Tin Belt With Special Reference to Bangka*. Tectonophysics- Elsevier Publishing Company, Amsterdam.

- Lubis, Ichwan Azwardi. 2012. *Penambangan Timah Alluvial*. Pangkalpinang : PT Timah (Persero) Tbk.
- Mangga, A.S. dan Djamal, B. 1994. *Peta Geologi Lembar Bangka Utara dan Bangka Selatan, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Siahaan, M.A. 1986. *Mesin Gali Mangkok dan Permasalahannya*. Pangkalpinang. PT Timah (Persero) Tbk.
- Sulistiyana, Waterman. 2010. *Perencanaan Tambang*. Buku Ajar Jurusan Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sujoko dan Prabowo, Sigit. 2009. *Buku Panduan Pelatihan Geologi Dasar, Pemetaan Dan Perhitungan Cadangan*. Pangkalpinang.
- Suyatino. 2011. *Modul Meningkatkan Kompetensi Penggalian Buka Kolong Baru (WP) Kapal Keruk*. PT Timah (Persero) Tbk.
- Usman, Wachid. 2008. *Teknologi Kapal Keruk Timah*. Bandung: Penerbit ITB.