Model Konseptual : Horizontal Borehole Mining (HBHM) Untuk Penambangan Endapan Aluvial Laut Secara Efektif dan Efisien

Nomensen Ricardo Marbun
Nofhy Gumelar Nurdaen
Arif Dwipayana

PT. TIMAH, Tbk
Jl. Jenderal Sudirman 51 Pangkal Pinang 33121, Bangka-Belitung, Indonesia

email: nomensen.ricardo@pttimah.co.id

Abstrak

Horizontal Borehole Mining (HBHM) merupakan sistem penggalian/ penambangan langsung pada zona ore di bawah permukaan bumi yang memanfaatkan media air berkecepatan tinggi (water jet) sebagai pemberai dan sekaligus menjadi media angkut material terberai ke atas permukaan, melalui pipa yang dirancang horizontal mengikuti lapiran *ore.* Sebagai besar cadangan bijih timah yang dimiliki oleh PT Timah Tbk berasal dari endapan *placer (alluvial tin)* dimana sistem pengendapannya terdistribusi secara lateral. Konsep/ teori HBHM ini sangat relevan dengan kondisi endapan timah yang terdistribusi lateral. Tulisan ini menyajikan model konseptual HBHM dan perhitungan sederhana yang menjelaskan bagaimana sistem hidrolika bekerja. Efisien dalam biaya produksi dan efektif dalam proses penambangan menjadi tujuan yang diharapkan dalam tulisan ini.

Jika model panjang pipa total pipa 100 meter, yaitu 40 meter pipa vertikal, 10 meter pipa lengkung dan 50 meter pipa horizontal diperkirakan *flow rate* (v) 28,28 m/s, *coefisient losses* (k) 0,14 dengan *head losses* 5,65 meter. Tekanan Hidrostatis yang dihasilkan 343,4 kN/m^2. Pada pipa Horizontal dengan panjang 50 meter, setelah *head looses* kecepatan aliran menjadi 23,67 m/s. Setelah pemberaian, material solid bercampur dengan air membentuk *slurry* (lumpur). Dengan menggunakan persamaan energi potensial dan energi kinetik, kecepatan aliran awal *slurry* 36,9 m/s dan menjadi 6,1 m/s saat tiba ke permukaan. Dalam konsep panggalian/ penambangan nya, dilakukan dengan skema *forward mining* (sistem penambangan maju) dan *backward mining* (sistem penambangan mundur).

Model konseptual HBHM ini masih bersifat hipotetik, sehingga perlu pengkayaan informasi lebih lanjut untuk menghasilkan model yang final. Tidak perlu dilakukannya pengupasan *overburden* saat penambangan di laut berlangsung, perolehan *recovery* penambangan yang relatif tinggi efisien dan efektif dari segi pembiayaan menjadi target utama jika model konseptual HBHM ini dapat diimplementasikan.

A Conceptual Model : Horizontal Borehole Mining (HBHM) to Exploit Offshore Tin Alluvial Ore Efficiently and Effectively

Nomensen Ricardo Marbun
Nofhy Gumelar Nurdaen
Arif Dwipayana

PT. TIMAH, Tbk
Jl. Jenderal Sudirman 51 Pangkal Pinang 33121, Bangka-Belitung, Indonesia

email: nomensen.ricardo@pttimah.co.id

Horizontal Borehole Mining (HBHM) is a subsurface ore zone directly digging/mining system that utilizes high-speed water (water jet) as material dissolver and at the same time serves as a medium for transporting scattered material to the surface, through pipes designed horizontally to follow the ore bed. Most of the tin ore reserves owned by PT Timah Tbk come from placer deposits (alluvial tin) that the depositional system is distributed laterally. This HBHM concept/ theory is very relevant to the condition of tin deposits that are laterally distributed. This paper presents the HBHM conceptual model and simple calculations that explain how the hydraulic system works. Efficient in production costs and effective in the mining process are the goals expected in this paper.

If the total pipe length model is 100 meters which are 40 meters of vertical pipe, 10 meters of curved pipe and 50 meters of horizontal pipe, it is estimated that the flow rate (v) is 28.28 m/s, the coefficient losses (k) are 0.14 with head losses of 5, 65 meters. The resulting hydrostatic pressure is 343.4 kN/m2. In a horizontal pipe with a length of 50 meters, after the head looses the flow velocity becomes 23.67 m/s. After dissolution, the solid material mixes with water to form a slurry. By using the potential energy and kinetic energy equations, the initial velocity of the slurry is 36.9 m/s and becomes 6.1 m/s when it arrives at the surface. In the excavation/mining concept, it is carried out using forward mining and backward mining schemes.

The HBHM conceptual model is still hypothetical, so further information enrichment is needed to produce the final model. There is no need to strip overburden when mining at offshore is in progress, obtaining mining recovery which is relatively high efficient and effective in terms of financing is the main target if this HBHM conceptual model can be implemented.

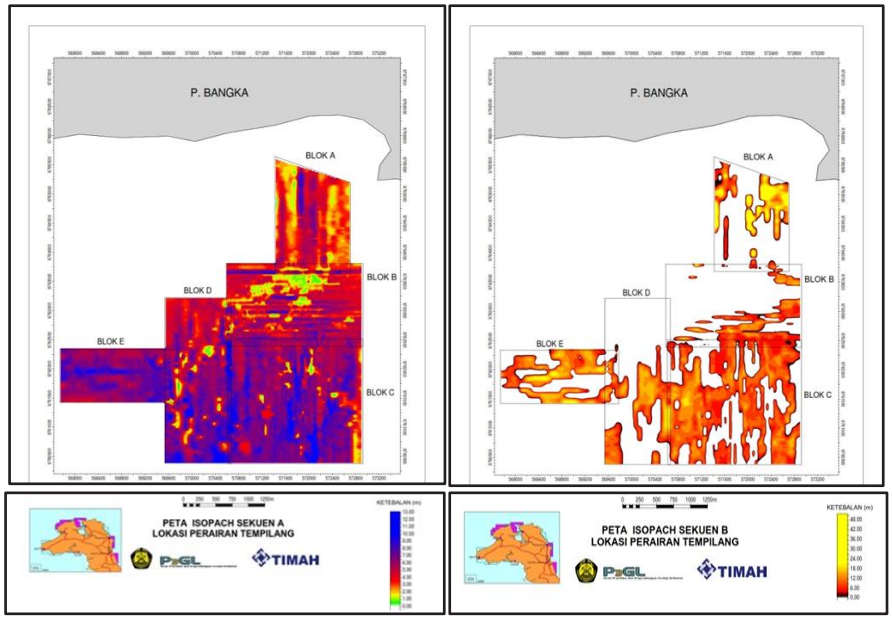
1. Pendahuluan

Jauh sebelum PT Timah Tbk berdiri dan diresmikan pada Tahun 1976 sebagai perusahaan tambang komoditas timah, aktivitas penambangan timah telah berlangsung lama baik di darat dan laut Bangka-Belitung. Seiring dengan perkembangannya, metode penggalian/ penambangan khususnya di perairan/ laut Bangka-Belitung terus mengalami penyesuaian dan pembaharuan guna menjawab tantangan yang juga semakin berkembang. Kapal Keruk (KK) dan Kapal Isap Produksi (KIP) merupakan objek alat tambang laut terdahulu yang masih beroperasi hingga saat ini. Sesuai peruntukannya, metode penggalian/ penambangan berkembang dengan kehadiran Bucket Wheel Dredger (BWD), Kapal Isap Produksi Aluvial Dalam (KIP-AD), Cutter Suction Dredger (CSD), Ponton Isap Produksi (PIP) dan Bore Hole Mining (BHM).

Objek Alat tambang khususnya BHM, dihadirkan untuk mengakomodir area cadangan bersifat *spotted* (tidak menerus) dan *overburden* tebal. Secara teoritis, metode ini dilakukan dengan cara penembusan alat bor/ tambang langsung menuju zona mineralisasi ('*kaksa*') pada kedalaman tertentu. Proses pemberaian dan pengangkutan material *kaksa* (ke permukaan) berlangsung sesaat *cutter/* mata bor mencapai zona mineralisasi. Pengembangan konsep BHM konvesional menjadi BHM Horizontal (HBHM) menjadi fokus bahasan dalam tulisan ini. Secara teoritis, konsep HBHM memiliki keunggulan dalam hal efektivitas kegiatan penambangan dan efisiensi biaya.

2. Deskripsi Lokasi

Laut Tempilang merupakan salah satu lokasi yang menjadi target area pengoperasian BHM. Kondisi material lempung liat yang tebal dan lapisan pasir bertimah yang tipis (*kaksa*) sulit menjadi ekonomis jika dioperasikan menggunakan alat tambang seperti Kapal Keruk ataupun BWD. Ketebalan lempung liat mencapai 13 meter (Gambar 1 *kiri*) dan ketebalan rata-rata *kaksa* 2,5 meter (Gambar 1 *kanan*). Pengoperasian BHM yang tanpa harus mengupas tanah atas (*overburden*) menjadikan lokasi dengan kondisi *exisiting* seperti ini dapat memungkinkan menjadi ekonomis untuk ditambang.

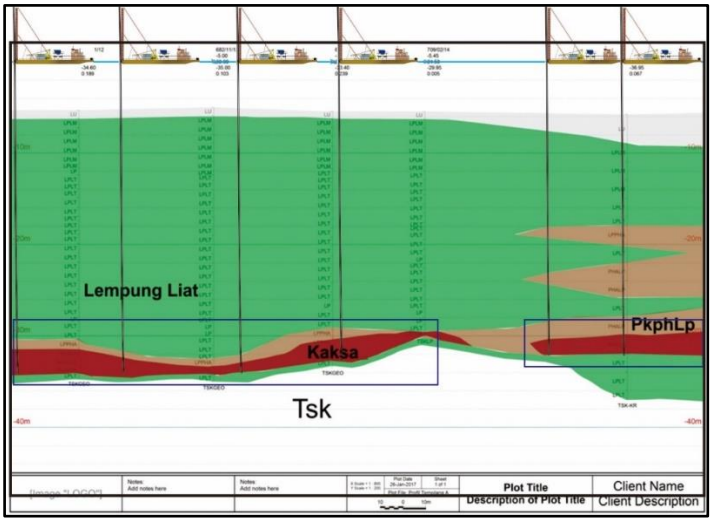


Gambar 1. Peta Isopach : Material Lempung Liat (kiri) & Kaksa (Kanan) di Laut Tempilang

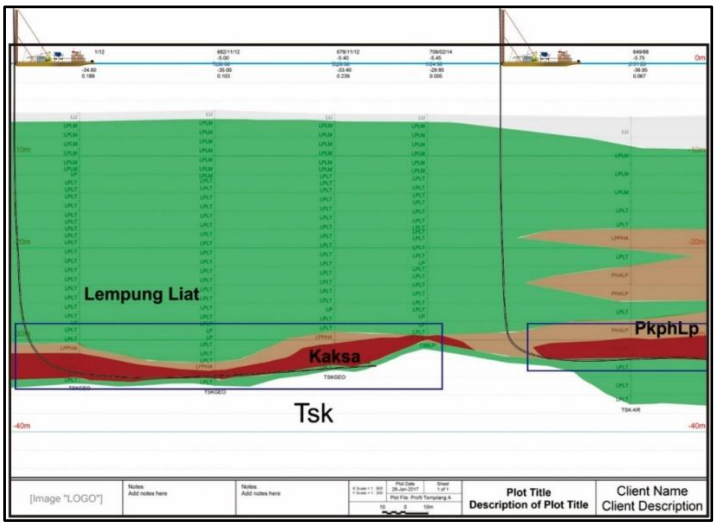
3. BHM vs HBMH

Dalam pengoperasiannya, BHM dilakukan secara vertikal menembus lapisan hingga mencapai zona target (Gambar 2). Penerapan BHM telah diimplementasikan di Laut Tempilang dengan kapasitas penggalian pada rentang 80 hingga 128 m^3/jam. Dalam pengoperasiannya masih dijumpai sejumlah kendala-kendala yang menyebabkan *recovery* penambangan rendah. Namun demikian, konsep ini masih terus dikembangkan dalam rangka menjawab tantangan untuk mengkonversi sumberdaya/ cadangan marginal menjadi cadangan yang ekonomis untuk ditambang.

Di lain sisi, mengadopsi sebagian konsep BHM, HBHM selain pengoperasian secara vertikal juga ke arah horizontal yang menembus zona target ke arah horizontal searah lembah pengendapan (Gambar 3). Secara kualitatif, kemampuan/ daya berai dan isap BHM yang terbatas (radius 6 – 10 meter) menyebabkan frekuensi perpindahan/ *moving* peralatan tambang BHM tinggi. Tidak demikian pada HBHM, pipa bor yang bergerak menembus lapisan secara horizontal, sehingga dapat dengan efektif dan efisien dalam pelaksanaan penambangan. *Moving* dan *setting* peralatan dalam diminimalisir sehingga menekan biaya operasional (jika dibandingkan dengan motede BHM).



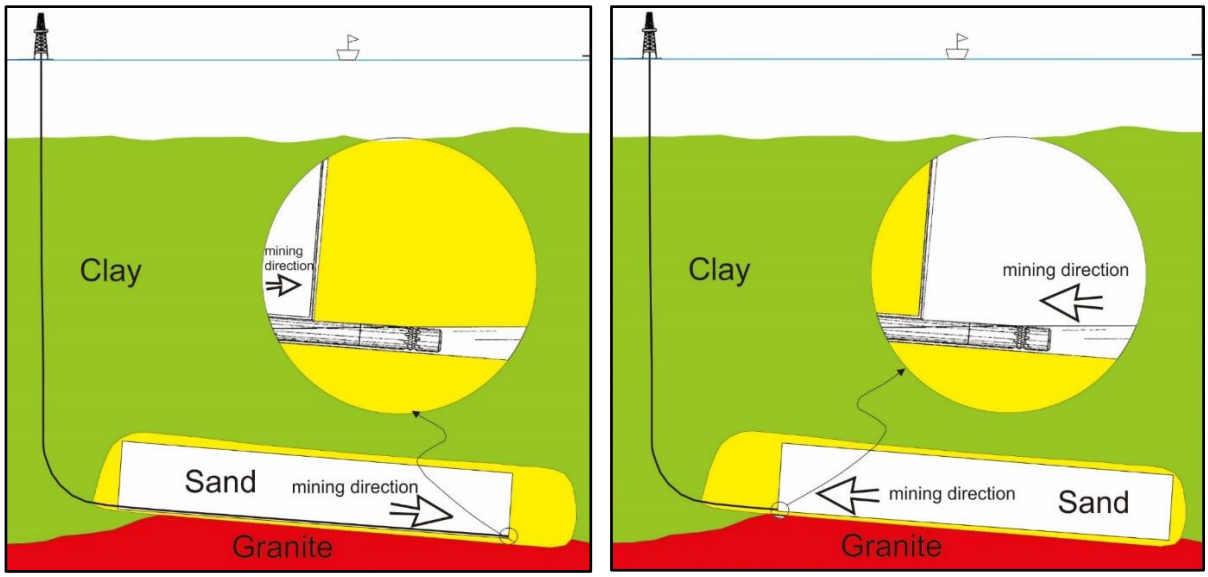
Gambar 2. Metode Pengoperasian Alat Tambang BHM



Gambar 3. Metode Pengoperasian Alat Tambang HBHM

4. Skema Teknis Penambangan HBHM

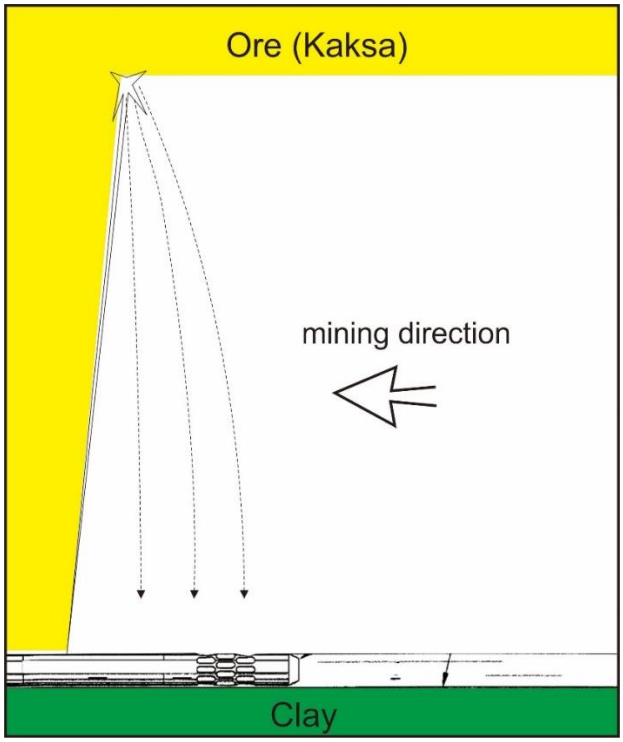
Jika model panjang pipa total pipa 100 meter, yaitu 40 meter pipa vertikal, 10 meter pipa lengkung dan 50 meter pipa horizontal diperkirakan *flow rate* (v) 28,28 m/s, *coefisient losses* (k) 0,14 dengan *head losses* 5,65 meter. Tekanan Hidrostatis yang dihasilkan 343,4 kN/m^2. Pada pipa Horizontal dengan panjang 50 meter, setelah *head looses* kecepatan aliran menjadi 23,67 m/s. Setelah pemberaian, material solid bercampur dengan air membentuk *slurry* (lumpur). Dengan menggunakan persamaan energi potensial dan energi kinetik, kecepatan aliran awal *slurry* 36,9 m/s dan menjadi 6,1 m/s saat tiba ke permukaan. Dalam konsep panggalian/ penambangan nya, dilakukan dengan skema *forward mining* (sistem penambangan maju) dan *backward mining* (sistem penambangan mundur) (Gambar 4).



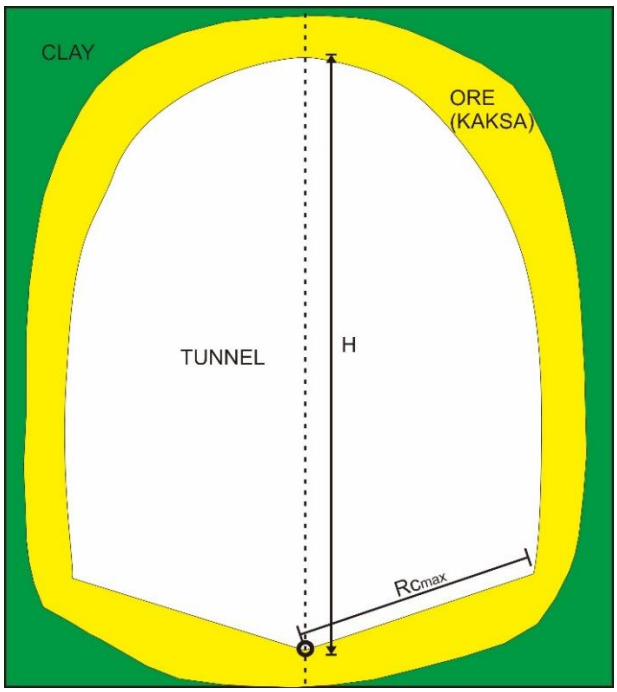
Gambar 4. Skema Penambangan HBHM *Forward* (Kiri) dan *Backward* (Kanan) *Mining*

Kelemahan dari metode HBHM ini adalah potensi pipa terjepit cukup tinggi. Semakin lama proses penambangan dilakukan, semakin tinggi potensi pipa terjepit. Berdasarkan mitigasi risiko, potensi keruntuhan akibat skema *forward mining* sedikit lebih kecil dibandingkan skema *backward mining.* Keruntuhan terutamanya terjadi pada lapisan pasir, sedangkan lapisan lempung liat cenderung mempertahankan posisi semula (berkaitan dengan gaya kohesi dan adhesi antar butir).

Gambar 5 menunjukkan cara kerja HBHM, yaitu melibatkan proses pemberaian menggunakan media air (*hydrauleaking*) berkecepatan tinggi (*water jet*) ke arah tegak lurus (atas dan bawah) lapisan kaksa dan bersamaan dengan proses penyedotan/ penghisapan material terberai menuju permukaan. Dengan asumsi pengoperasian berjalan dengan baik, hasil pemberaian dan penghisapan menciptakan terowongan (*tunnel*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Cara Kerja Proses Pemberaian dan Penghisapan HBHM

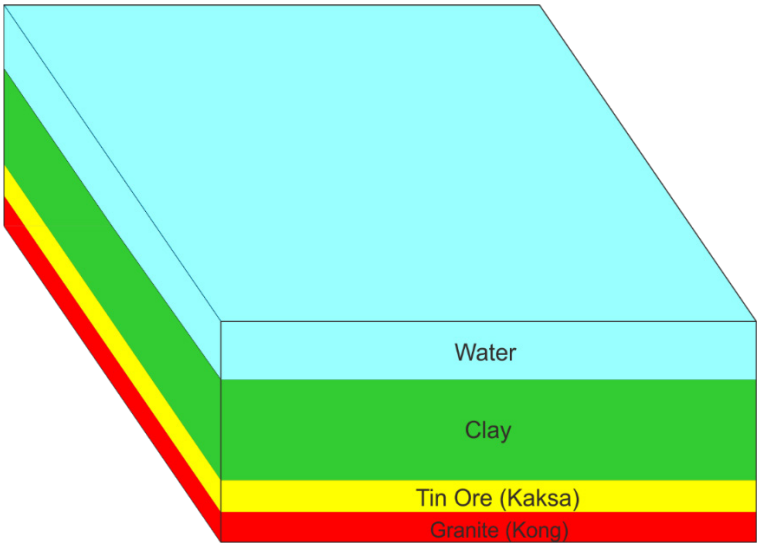


Gambar 6. Pembentukan *Tunnel* Pada Proses Akhir Pemberaian

5. Simulasi Global Penambangan HBHM

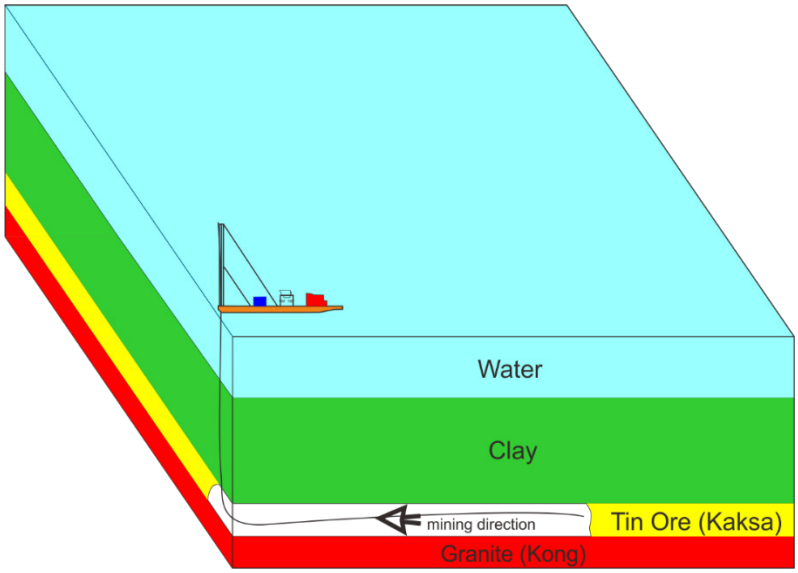
Kondisi Awal (N0)

Pada kondisi mula-mula, *kaksa* yang ditipis ditumpangi oleh lempung liat yang tebal dan perairan yang cukup dalam.



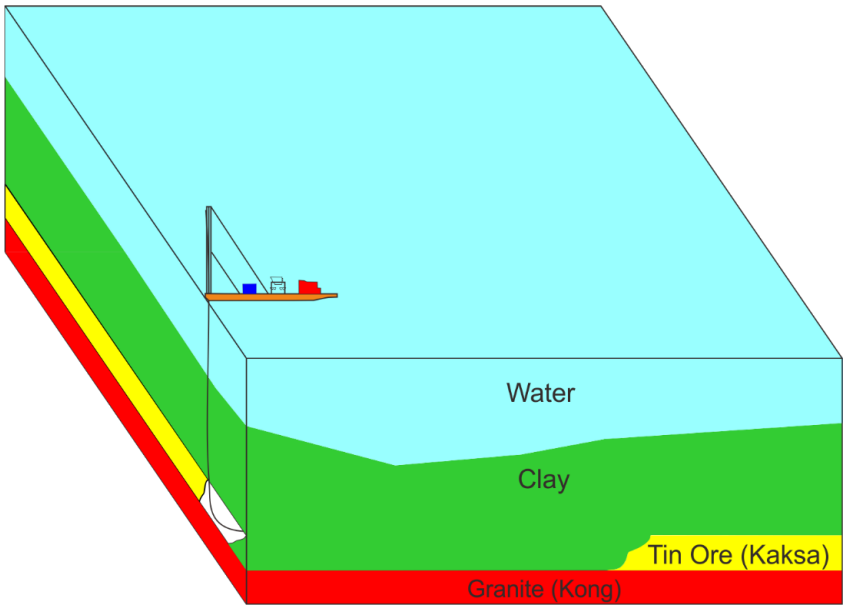
Kondisi N1

HBHM dioperasikan dengan skema *backward mining,* proses pemberaian dengan media air berkecepatan tinggi dilakukan pada *kaksa,* bersamaan dengan proses penghisapan dan pengangkutan material. Pada kondisi sementara, *tunnel* pertama terbentuk.



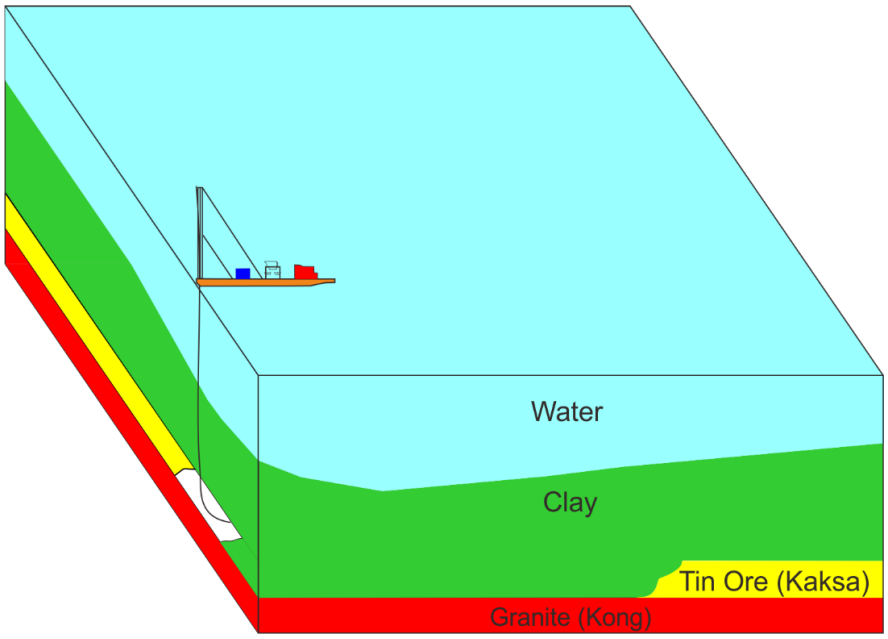
Kondisi N2

Pada kondisi batas maksimal jangkauan horizontal pipa, HBHM bergerak/ *moving* ke sisi lainnya, dengan mengulangi proses yang sama dengan sebelumnya (*backward mining*). Di sisi lain, *clay* secara bertahap runtuh menutupi *tunnel* pertama yang terbentuk sebelumnya.



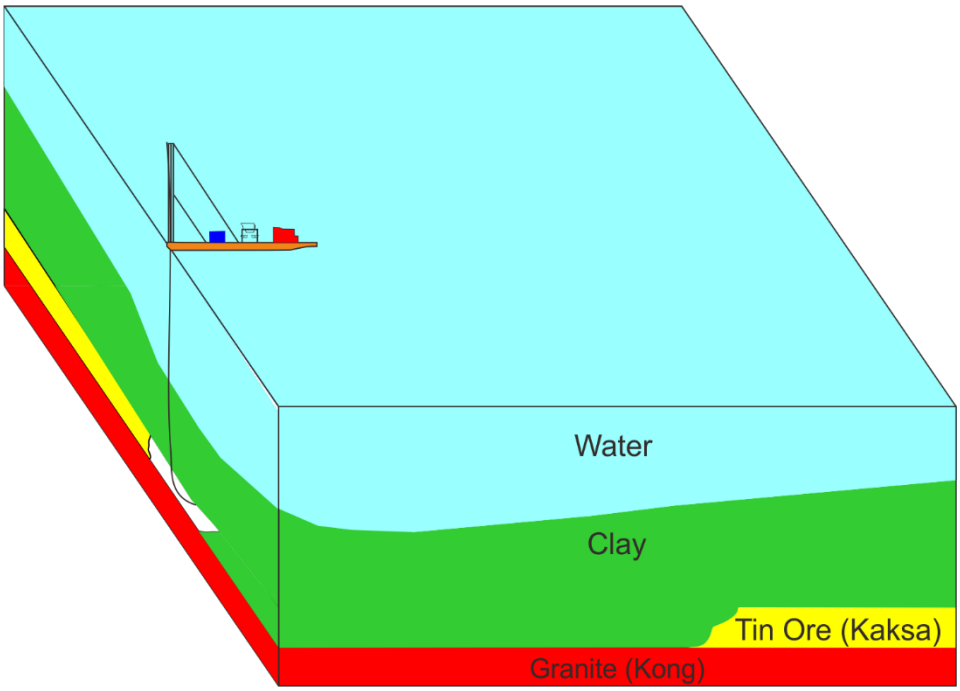
Kondisi N3

Lanjutan dari kondisi 2, HBHM bergerak/ *moving* ke sisi lainnya, dengan mengulangi proses yang sama dengan sebelumnya (*backward mining*). Di sisi lain, *clay* secara bertahap runtuh menutupi *tunnel* kedua yang terbentuk sebelumnya.



Kondisi N4 (dan seterusnya)

Lanjutan dari kondisi 3, HBHM bergerak/ *moving* ke sisi lainnya, dengan mengulangi proses yang sama dengan sebelumnya (*backward mining*). Di sisi lain, *clay* secara bertahap runtuh menutupi *tunnel* ketigayang terbentuk sebelumnya, dan seterusnya hingga seluruh *kaksa* tertambang dan runtuhan lempung terjadi secara keseluruhan.



6. Kesimpulan

a. Pada kondisi cadangan laut/ *offshore* yang tidak lagi ideal, BHM maupun HBHM merupakan teknologi yang tepat untuk mengakomodir kaksa tipis dengan *overburden* lempung liat tebal. Penggalian *kaksa* tanpa pengupasan *overburden* dapat mengurangi biaya operasional
b. Kondisi cadangan pada area laut dengan batimetri dangkal sukar untuk ditambang dengan peralatan tambang *existing.*
c. Secara teoritis, pengoperasian HBHM lebih efektif dan efisien dibandingkan BHM
d. Secara konseptual, skema penambangan HBHM yaitu *forward minig* dan *backward mining*
e. Keruntuhan lempung liat menutupi *tunnel* merupakan fungsi dari waktu