



RASIO PENGGUNAAN AIR PERMUKAAN PADA PENAMBANGAN TIMAH ALLUVIAL

SURFACE WATER USE RATIO IN ALLUVIAL TIN MINING

E. Harsiga^{1*}, E. P. S. B. Taman Tono²

^{1,2}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung

^{1,2}Desa Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka

e-mail : *¹edwinharsiga@ubb.ac.id, ²tamantono1969@gmail.com

ABSTRAK

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan salah satu daerah penghasil timah alluvial terbesar di dunia, di mana kegiatan penambangan dilakukan terutama dengan metode hidraulik yang sangat bergantung pada penggunaan air permukaan. Tingginya intensitas pemanfaatan air permukaan dalam penambangan timah alluvial berpotensi menimbulkan permasalahan tata kelola penggunaan sumber daya air apabila tidak disertai dengan perhitungan penggunaan air yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menentukan besarnya debit air permukaan yang digunakan serta rasio penggunaan air terhadap hasil produksi timah alluvial. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengamatan langsung di lapangan, pengukuran debit air pada fasilitas penambangan dan pengolahan timah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kebutuhan air permukaan pada kegiatan penambangan dan pengolahan mencapai 2.084 m³/hari dengan hasil konsentrat timah berkadar 40% sebesar 295 kg. Rasio penggunaan air permukaan yang diperoleh adalah 1:7, yang berarti setiap 1 kg konsentrat timah memerlukan sekitar 7 m³ air permukaan. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan air permukaan yang lebih efisien dan berkelanjutan pada penambangan timah alluvial.

Kata Kunci : timah alluvial, debit air, air permukaan

ABSTRACT

Bangka Belitung Islands Province is one of the largest alluvial tin - producing regions in the world, where mining activities are carried out primarily using hydraulic methods that are highly dependent on the use of surface water. The high intensity of surface water use in alluvial tin mining has the potential to cause problems in the management of water resources use if not accompanied by accurate water usage calculations. Therefore, this study aims to determine the amount of surface water discharge used and the ratio of water use to alluvial tin production. The research methods used include direct observation in the field, measuring water discharge at tin mining and processing facilities. The results show that the total surface water requirement for mining and processing activities reaches 2,084 m³/day with a 40% tin concentrate yield of 295 kg. The surface water usage ratio obtained is 1:7, which means that every 1 kg of tin concentrate requires approximately 7 m³ of surface water. The results of this study are expected to become the basis for more efficient and sustainable surface water management in alluvial tin mining.

Keywords: alluvial tin, water discharge, surface water

PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (Babel) merupakan salah satu wilayah penghasil timah alluvial terbesar di dunia, dengan sejarah eksploitasi yang telah berlangsung selama lebih dari satu abad. Deposito timah alluvial terbentuk dari proses pelapukan granitik dan transportasi material berat ke posisi sedimen di dataran rendah dan

pesisir, yang kemudian dimanfaatkan oleh operasi tambang baik skala besar maupun kecil. Peran komoditas timah memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional maupun regional, namun kegiatan ini juga membawa dampak besar terhadap sumber daya air dan lingkungan sekitar [1].

Air permukaan adalah air yang berada atau mengalir di atas permukaan bumi, seperti sungai, danau, waduk, rawa, dan badan air lainnya yang terbentuk secara alami maupun buatan [2]. Sementara air tanah merupakan air yang berada pada zona jenuh di bawah permukaan tanah, dimana seluruh ruang pori batuan terisi oleh air [3].

Air permukaan merupakan salah satu sumber daya alam strategis yang memiliki fungsi esensial dalam mendukung keberlanjutan berbagai sektor pembangunan, termasuk sektor pertambangan timah. Eksploitasi timah alluvial dilakukan terutama melalui metode hidraulik atau *hydraulic mining*, yang secara intensif memanfaatkan air permukaan sebagai media utama dalam proses pengambilan, pemisahan, dan transportasi material sedimen untuk mengekstraksi bijih timah dari tanah. Metode semprot hidraulik ini menggunakan aliran air bertekanan untuk mengurai sedimen, yang kemudian didorong ke sistem pemompaan *slurry*, menunjukkan peran vital air permukaan dalam operasi pertambangan alluvial [4].

Penggunaan air permukaan seperti sungai, limpasan hujan, dan kolong bekas tambang menjadi sumber utama untuk kegiatan penambangan alluvial. Dalam operasi semacam ini, debit air yang cukup besar diperlukan untuk mempertahankan kontinuitas produksi, menggerakkan material sedimen, serta memastikan konsentrasi bijih timah mencapai tingkat yang ekonomis bagi pemisahan gravitasi atau mekanis. Studi optimasi sistem penyaliran tambang alluvial juga menekankan pentingnya pemahaman hidrologi lokal, debit air, dan kondisi pompa agar proses ekstraksi timah dapat berjalan efektif dan efisien tanpa menyebabkan kekurangan air saat musim kering [5].

Penelitian mengenai penggunaan air permukaan pada penambangan timah alluvial sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Menurut Mentari, Umroh dan Kurniawan (2017), penggunaan air permukaan untuk aktivitas penambangan timah alluvial telah terbukti memengaruhi kualitas air di berbagai badan air lokal, termasuk sungai seperti Sungai Baturusa dan kolong bekas tambang yang mengalami kontaminasi sedimen serta peningkatan *turbidity* dan logam berat. Penelitian di Sungai Baturusa menunjukkan bahwa aktivitas pertambangan berkontribusi terhadap penurunan kualitas air sungai, termasuk parameter kekeruhan, pH, dan kadar logam berat, yang menandakan dampak signifikan terhadap fungsi ekologis badan air tersebut [6].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Robani, Mardiah dan Andini (2018) membahas tentang optimalisasi produksi timah alluvial menggunakan metode tambang semprot yang dilakukan dengan cara penambahan debit Mesin Pompa Tanah (MPT), perubahan pipa tekan dan pipa hisap dan penambahan unit MPT [7]. Penelitian yang dilakukan oleh Mavis dan Adnyano (2024)

berfokus pada optimalisasi kinerja pompa pada sistem penyaliran tambang sirkulasi tertutup pada penambangan timah alluvial. Penelitian Halim, Guskarnali dan Mardiah (2023) fokus membahas pengaruh derajat kemiringan alat dan ketinggian *riffle* pada peningkatan kadar Sn menggunakan alat pengolahan *Sluice Box* [8]. Dari penelitian terdahulu belum ada yang membahas tentang perhitungan volume penggunaan air permukaan baik untuk aktivitas produksi timah di lokasi front penambangan dan proses pencucian timah dengan menggunakan *sluice box* pada penambangan timah alluvial.

Intensitas penggunaan air pada kegiatan penambangan timah alluvial menunjukkan tingginya ketergantungan sektor pertambangan khususnya timah alluvial terhadap ketersediaan sumber daya air permukaan. Namun demikian, praktik pemanfaatan air permukaan di lapangan masih menghadapi berbagai permasalahan, antara lain belum optimalnya pencatatan volume pengambilan air permukaan serta belum konsistennya penerapan mekanisme pungutan atau retribusi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2022 tentang Hubungan Keuangan antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah (UU HKPD) memberikan penguatan peran Pemerintah Daerah dalam mengelola dan mengoptimalkan sumber-sumber penerimaan asli daerah, termasuk melalui instrumen Pajak Air Permukaan (PAP) [9]. Dalam UU HKPD, pajak daerah diarahkan untuk mendukung kemandirian fiskal daerah dan memberikan keadilan fiskal yang berkelanjutan, di antaranya melalui pengelolaan sumber daya alam secara efisien dan adil, namun, implementasi pemungutan PAP di sektor pertambangan masih menghadapi berbagai tantangan, antara lain belum tersedia data teknis dan empiris yang memadai tentang perhitungan volume penggunaan air permukaan per jenis komoditas tambang. Sehingga tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh kebaruan mengenai rasio penggunaan air permukaan pada penambangan timah alluvial di area Provinsi Kepulauan Bangka Belitung agar selanjutnya bisa digunakan oleh instansi terkait untuk melakukan pencatatan secara kontinu penggunaan air permukaan pada aktivitas penambangan khususnya komoditi tambang timah alluvial.

METODE PENELITIAN

Kajian pada lokasi tambang timah alluvial dilaksanakan pada lokasi CV Maria Kita yang merupakan Mitra PT Timah Tbk dan berlokasi di Kecamatan Namang, Kabupaten Bangka Tengah. Lokasi penelitian ini dapat ditempuh dengan jarak tempuh ± 21 Km dan waktu tempuh ± 30 menit dari pusat kota Pangkalpinang melalui jalur darat.

Lokasi penelitian ini dipilih merupakan mitra PT Timah Tbk yang berfokus pada komoditi tambang berupa timah alluvial dengan penerapan metode penambangan berupa tambang semprot dan proses pencucian timah menggunakan *sluice box*. Pada lokasi CV Maria Kita, kajian akan dilaksanakan pada beberapa titik fasilitas pendukung yang menggunakan air permukaan dengan intensitas tinggi (Gambar 1) yang terdiri atas:

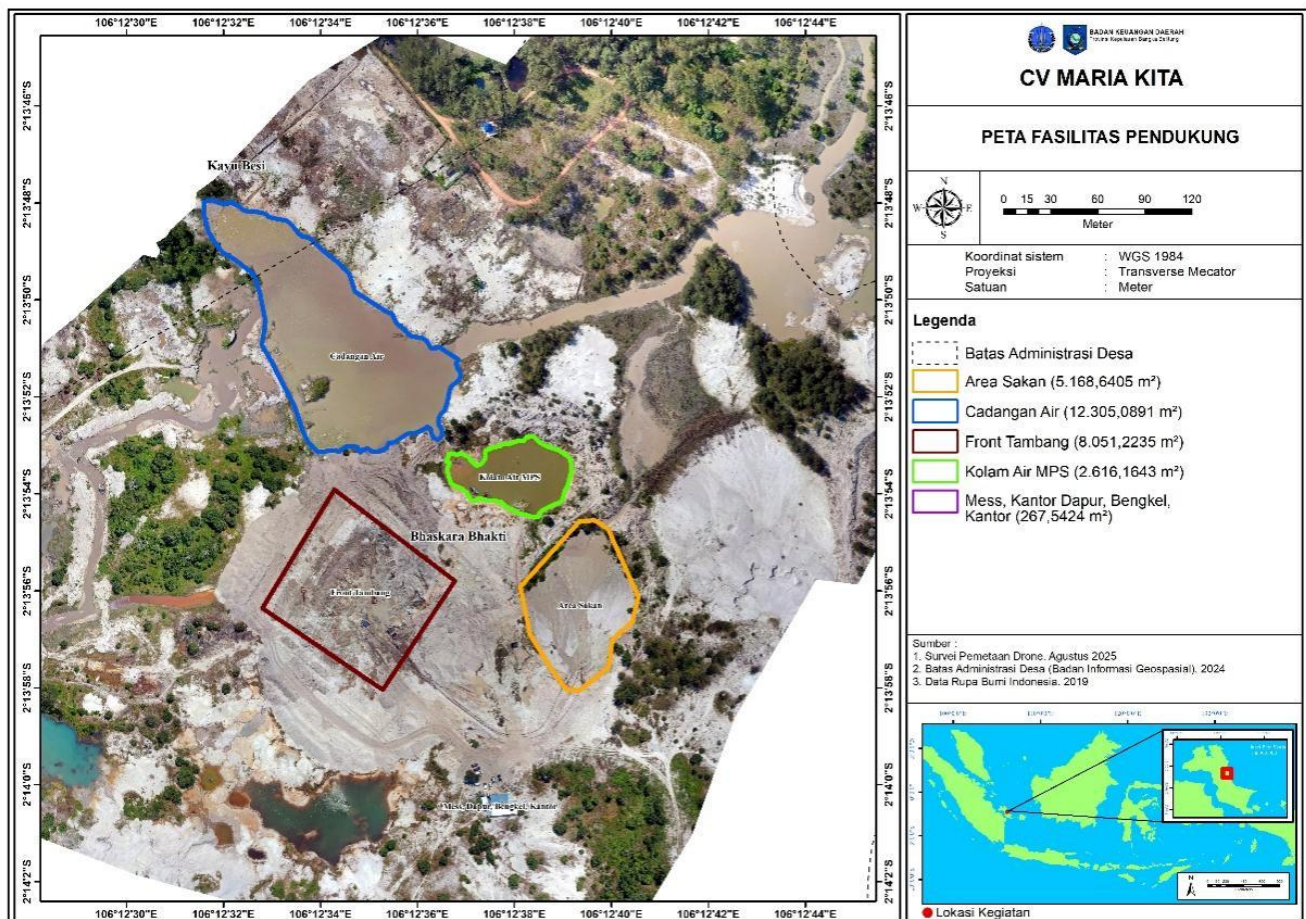
1. Kolong utama, sebagai sumber air baku dengan fasilitas berupa Mesin Pompa Semprot (MPS) Daya 37 HP, dengan luasan area penelitian 0,26 Ha.
2. Front penambangan, dengan fasilitas berupa peralatan *hydraulic monitor* dan Mesin Pompa Tanah (MPT) dengan luasan area penelitian 0,8 Ha.
3. Kolong cadangan, digunakan saat kolong utama kekurangan sumber air dengan luasan 1,23 Ha.
4. Area pengolahan atau pencucian pasir timah didukung fasilitas shakan/*sluice box* dengan luasan area 0,52 Ha.

Pemanfaatan air permukaan untuk aktivitas penambangan berasal dari kolong utama yang dipompakan dengan menggunakan empat buah Mesin Pompa Semprot (MPS) menuju front penambangan ke

peralatan monitor untuk membraikan lapisan pasir yang mengandung timah sehingga membentuk *slurry* (lumpur pasir) menuju lubang hisap tambang (Camuy). Material yang terendapkan di lubang camuy tersebut dihisap lalu ditransportasikan menuju area pengolahan yang berupa peralatan *Sluice Box* dengan menggunakan dua buah Mesin Pompa Tanah (MPT). Pada fasilitas shakan (*sluice box*) pasir timah tersebut dicuci sehingga diperoleh kadar Sn sebesar 40% sebagaimana tergambar pada gambar bagan alir penggunaan air permukaan di lokasi penelitian (Gambar 2).

Secara garis besar pengukuran pemanfaatan air permukaan pada lokasi ini terdiri atas beberapa bagian:

1. Pengukuran debit air permukaan di *front* penambangan untuk memberai material menggunakan *hydraulic monitor*
2. Pengukuran debit air permukaan dari kolong cadangan
3. Pengukuran debit air tanah setelah aktivitas penambangan terhenti
4. Pengukuran debit air untuk proses pencucian menggunakan shakan (*sluice box*)



Gambar 1. Peta Fasilitas Pendukung CV Maria Kita



Gambar 2. Bagan Alir Pemanfaatan Air Permukaan Pada Aktivitas Penambangan Timah Alluvial

Tahapan awal dalam penelitian ini dimulai dari proses pengumpulan data. Data yang digunakan diperoleh melalui observasi langsung di lapangan serta diskusi dengan pihak *engineer* sebagai data primer dan juga dari berbagai literatur yang relevan sebagai data sekunder. Data - data yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

Data Primer	Data Sekunder
Waktu pengisian drum 120 liter menggunakan <i>hydraulic monitor</i>	Data produksi timah
Waktu pengisian drum 120 liter dari kolong cadangan	Volume drum
Diameter <i>nozzle hydraulic monitor</i>	Kadar Sn hasil pengolahan
Dimensi <i>sluice box</i>	Jam Kerja
Tinggi <i>slurry</i> pada <i>sluice box</i>	Rasio <i>slurry</i>
Waktu tempuh aliran <i>slurry</i> pada <i>sluice box</i>	Tekanan air <i>hydraulic monitor</i>

Aktivitas penambangan timah berlangsung dengan satu shift kerja per hari dengan jam kerja yaitu dari jam 08.00 WIB hingga jam 16.00 WIB atau delapan (8) jam kerja. Sebelum aktivitas penambangan dimulai setiap hari dilakukan pengurusan air dari *front* penambangan yang biasanya dimulai dari jam 06.00 - 08.00 WIB atau dua (2) jam kerja. Untuk aktivitas pengolahan dengan pencucian menggunakan *sluice box* selama 2 jam dimulai dari pukul 16.00 hingga 18.00 WIB.

Monitor atau *hydraulic monitor* merupakan alat yang digunakan untuk menyemprotkan air bertekanan tinggi guna menghancurkan atau memberaikan material sedimen yang mengandung mineral berharga seperti kasiterit pada penambangan timah aluvial [10]. Pengukuran debit air pada monitor (Gambar 3) dapat dilakukan dengan pengukuran aktual yaitu dengan cara menampung air yang keluar dari *nozzle monitor* pada media drum. Pada kegiatan penelitian ini digunakan drum dengan kapasitas 120 Liter atau 0,12 m³. Pengisian pada drum dilakukan dengan menggunakan *nozzle* pada kecepatan penuh. Pada lokasi ini terdapat empat (4) monitor yang digunakan untuk memberai material.

Pengambilan data kecepatan waktu pengisian drum menggunakan monitor ini dilaksanakan sebanyak 30 kali.



Gambar 3. Pengukuran debit air monitor aktual

Selanjutnya data waktu pengisian dan volume drum diolah dengan menggunakan persamaan (1) untuk mendapatkan nilai debit air yang digunakan pada monitor. Rumus yang digunakan untuk menghitung debit air monitor aktual sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Keterangan:

- Q = Debit air dari nozzle monitor (m³/detik)
- V = Volume drum (m³ atau Liter)
- t = Waktu pengisian (detik)

Secara teoritis debit air dari *nozzle monitor* juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan RJ. Thunnen.

$$Q = 4,4 \times c \times a \sqrt{\eta} \times 3600 \quad (2)$$

Keterangan:

- Q = Debit air dari nozzle monitor (m³/jam)
- c = Koefisien discharge nozzle (0,96)
- a = Luas Penampang nozzle (m²)
- η = Tekanan air yang keluar dari nozzle (mka)

Pengukuran debit air kolong cadangan (Gambar 4) juga dapat dilakukan dengan pengukuran aktual yaitu dengan cara menampung air yang keluar dari pipa pada media drum. Penggunaan air permukaan di lokasi penambangan ini juga diperoleh dari kolong air cadangan yang dialirkan menggunakan pipa berdasarkan perbedaan ketinggian, tanpa bantuan pompa.

Pengambilan data debit air tanah dilaksanakan pada saat semua aktivitas penambangan selesai pada malam hari lalu dilakukan pengambilan data kenaikan air pada area

front penambangan dan dilakukan pengukuran luasan areanya.



Gambar 4. Pengukuran debit air kolong cadangan

Tahapan selanjutnya setelah material berupa *slurry* dihisap oleh Mesin Pompa Tanah adalah proses pengolahan di *Sluice Box*. Jumlah Mesin Pompa Tanah pada lokasi penelitian hanya ada dua (2) maka *sluice box* yang digunakan juga berjumlah dua (2) di lokasi yang berdekatan. Proses pencucian dilakukan tiap sore setelah aktivitas penambangan selesai dilakukan, pada umumnya sekitar pukul 16.00 hingga 18.00 WIB atau dua (2) jam kerja.

Pengukuran pada area *sluice box* dilakukan dengan mengukur dimensi dari *sluice box*, ketinggian *slurry* dan kecepatan aliran *slurry* (Gambar 5). Pengukuran kecepatan aliran *slurry* pada area *sluice box* dapat dilakukan dengan menghanyutkan media *stereofom* dan dicatat waktu tempuhnya dari bagian awal sampai akhir alat *sluice box*. Selain itu juga dilakukan pengukuran panjang lintasan tempuhnya.



Gambar 5. Sluice Box

HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit Air Pada *Front* Penambangan

Pengukuran debit air pada *front* penambangan dilakukan untuk memperoleh nilai debit air permukaan yang digunakan pada *hydraulic monitor*, debit air permukaan dari kolong cadangan dan debit air tanah yang masuk ke *front* penambangan.

Pada hasil pengukuran waktu pengisian yang dibutuhkan untuk mengisi drum 120 Liter diperoleh nilai rata-rata waktu yang dibutuhkan sebesar 18,63 detik, Pengukuran ini dilakukan sebanyak 30 kali lalu dilakukan perhitungan debit air monitor aktual menggunakan Persamaan (1). Diperoleh nilai debit air 23,18 m³/jam atau 6,44 liter/detik untuk satu (1) monitor. Sementara di lokasi penelitian terdapat empat (4) monitor sehingga total debit air permukaan yang digunakan untuk empat monitor sebesar 92,75 m³/jam atau 25,76 liter/detik. Secara teoritis dengan persamaan R.J Thunen (Persamaan 2), monitor menggunakan diameter *nozzle* 21 mm dan tekanan air 19,5 maka diperoleh debit monitor 23,21 m³/jam, sehingga hasil pengukuran debit monitor secara aktual di lapangan dengan metode sebelumnya dapat terbukti valid.

Secara aktual pengukuran debit air dari pipa kolong cadangan menuju *front* penambangan pada CV Maria Kita diperoleh nilai 5,7742 m³/jam atau 1,6039 liter/detik. Selain dari air permukaan yang digunakan pada monitor, air permukaan yang dialirkan dari pipa kolong cadangan, ada juga air tanah yang masuk ke *front* penambangan. Untuk mengetahui debit air tanah yang masuk ke *front* penambangan maka pengukuran dilakukan saat sudah tidak ada sama sekali aktivitas penambangan. Dengan luas area 700 m² dan kenaikan tinggi muka air 12 cm/jam maka debit air tanah yang masuk ke *front* penambangan 84 m³/jam.

Debit Air Pada *Sluice Box*

Pada umumnya sistem pengolahan timah aluvial menggunakan rangkaian *sluice box*, *jig*, dan *shaking table* untuk memisahkan mineral kasiterit dari sedimen aluvial [11]. Debit *slurry* pada *sluice box* dari hasil pengukuran langsung diperoleh kecepatan aliran rata - rata 1,91 m/s, dimensi shakan pada tingkat 3 panjangnya 3,86 m, lebar 1,62 m, ketebalan air rata - rata 3 cm, maka didapatkan debit *slurry* pada *sluice box* sebesar 0,092826 m³/s atau 334,1736 m³/jam.

Rasio *slurry* merupakan perbandingan antara jumlah material padat (pasir atau tanah yang mengandung mineral timah) dengan volume air yang digunakan dalam proses penambangan dan pengolahan. Rasio ini penting karena mempengaruhi efisiensi proses pengangkutan material, pemisahan mineral, serta konsumsi air dalam kegiatan penambangan [12]. Umumnya perbandingan antara padatan dengan cairan pada *slurry* lokasi penelitian adalah 1:8, maka diperoleh debit air yang

digunakan pada *sluice box* sebesar 292,4019 m³/jam. Debit air ini digunakan untuk melakukan proses pencucian timah alluvial hingga diperoleh konsentrat timah dengan kadar Sn 40 %.

Rasio Penggunaan Air Permukaan Terhadap Produksi Timah Alluvial

Air tanah secara klasifikasi hidrologi tidak termasuk ke dalam kategori air permukaan, sehingga total debit air pada *sluice box* dikurangi dengan debit penggunaan air tanah, diperoleh nilai debit air permukaan yang digunakan sebesar 208,4019 m³/jam. Dengan jam kerja produksi delapan (8) jam ditambah dua (2) jam untuk pencucian timah maka total debit air yang dibutuhkan pada saat penelitian adalah 2.084,019 m³/hari. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh konsentrat timah hasil pengolahan dengan kadar Sn 40% sebanyak 295 kg.

Tabel 2. Rasio Penggunaan Air Permukaan Terhadap Produksi Timah Alluvial

Produksi Timah (Kg)	Volume Air Permukaan (m ³)	Rasio (Produksi Timah: Volume Air Permukaan)
295	2084	1 : 7

Perbandingan atau rasio penggunaan air permukaan yaitu sebesar 1:7 (Tabel 2). Hal ini artinya untuk mendapatkan 1 kg konsentrat timah dengan kadar Sn 40 % dibutuhkan air permukaan sebanyak 7 m³ atau 7.000 m³ untuk setiap 1 ton konsentrat timah dengan kadar 40%.

KESIMPULAN

Kegiatan penambangan timah alluvial di lokasi penelitian sangat bergantung pada pemanfaatan air permukaan sebagai media utama dalam proses pembeaian material, transportasi *slurry* dan pencucian pasir timah. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, debit air yang digunakan pada *front* penambangan melalui empat unit monitor mencapai sekitar 92,75 m³/jam, sedangkan tambahan air dari kolong cadangan sebesar 5,77 m³/jam. Pada tahap pengolahan menggunakan *sluice box*, debit *slurry* yang mengalir mencapai 334,17 m³/jam dengan rasio padatan terhadap cairan sebesar 1:8, sehingga debit air yang digunakan untuk proses pencucian sekitar 292,4019 m³/jam. Setelah dikurangi kontribusi air tanah, total penggunaan air permukaan dalam kegiatan penambangan dan pengolahan mencapai sekitar 2.084,019 m³ per hari. Dari kegiatan tersebut diperoleh konsentrat timah berkadar Sn 40% sebanyak 295 kg, sehingga rasio penggunaan air permukaan terhadap produksi timah adalah sekitar 1:7. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap satu (1) kg konsentrat timah memerlukan sekitar 7 m³ air permukaan. Hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya pengelolaan dan perhitungan penggunaan air



permukaan secara tepat dalam kegiatan penambangan timah aluvial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung dan BAKUDA Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang telah memberi dukungan dalam bentuk finansial dan fasilitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadi, N. B., Anwar, S. C., Budi, M., Suryaningtyas, D. T., Susi, D. I. W., Sri, S., & Fenky, M. (2025). Tin Mining and Post-Tin Mining Reclamation Initiatives in Indonesia: With Special Reference to Bangka Belitung Areas. *Land*, *14*(10), 1947.
- [2] Todd, D. K., & Mays, L. W. (2004). *Groundwater hydrology*. John Wiley & Sons.
- [3] Fetter, C. W., & Kremer, D. (2021). *Applied hydrogeology*. Waveland Press.
- [4] Azwardi, I., Wibowo, A. P., Anggayana, K., & Widodo, N. P. (2023). Alluvial tin mining by spray-suction borehole method: a case study on remaining alluvial tin reserves in Bangka Belitung, Indonesia. *Записки Горного института*, (259 (eng)), 3-12.
- [5] Mavis, N., & Adnyano, I. A. (2024). Optimalisasi Kinerja Pompa pada Sistem Penyaliran Tambang Sirkulasi Tertutup Penambangan Timah Alluvial. *Jurnal GEOSAPTA*, *10*(1), 1-8.
- [6] Mentari, M., Umroh, U., & Kurniawan, K. (2017). Pengaruh aktivitas penambangan timah terhadap kualitas air di Sungai Baturusa Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, *11*(2), 23-30.
- [7] Robani, R., Mardiah, M., & Andini, D. E. (2018). Optimalisasi Perencanaan Produksi Bulan Maret 2018 Menggunakan Metode Tambang Semprot Di Tambang Besar 4.1 Nudur Bencah Kabupaten Bangka Selatan PT Timah Tbk. *In Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service*, *2*, 145-149.
- [8] Halim, A., Guskarnali, G., & Mardiah, M. (2023). Pengaruh derajat kemiringan alat dan ketinggian riffle pada peningkatan kadar Sn Sisa Hasil Pengolahan (SHP) timah menggunakan sluice box skala laboratorium. *In Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service*, *7*, 64-68.
- [9] Indonesia. (2022). Undang-undang nomor 1 tahun 2022 tentang hubungan keuangan antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah. Duta Nasindo Semarang.
- [10] Hartman, H. L., & Mutmansky, J. M. (2002). *Introductory mining engineering*. John Wiley & Sons.
- [11] Bin Mohd Fazil, S. F. (2025). A stream-based evaluation of tin recovery efficiency and process optimization in an alluvial gravity separation plant.
- [12] Wills, B. A., & Finch, J. (2015). *Wills' mineral processing technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery*. Butterworth-heinemann.