



Rancangan Alat Dalam Pemanfaatan Lubang Bekas Tambang Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro¹

Tool Design Use of Void Mine for Micro Hydroelectric Power Generation

Wisnu Agung Prayogo^{a,2}, Iva Ainur Rosyida^b, Fauzan Hanif Al Fikri^c

^{a,b,c} Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRAK

Industri pertambangan pada akhirnya akan meninggalkan lahan bekas tambang yang berupa lubang bekas tambang. Lubang bekas tambang ini perlu penanganan lebih lanjut agar dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar. Salah satu program untuk penanganan lahan bekas tambang yang dicanangkan dalam kegiatan reklamasi adalah pemanfaatan lubang bekas tambang menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Lubang bekas tambang dapat dimanfaatkan sebagai sarana geowisata air, sumber air baku, dan budidaya ikan. Terobosan baru pemanfaatan bekas lubang tambang dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Pemanfaatan ini perlu pengkajian kualitas air perlu untuk mengetahui kandungan air dalam lubang tambang agar tidak mempengaruhi kinerja peralatan PLTMH. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui kualitas air terhadap peralatan yang tepat untuk perancangan alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Hasil menunjukkan kualitas air akan mempengaruhi peralatan yang dibutuhkan dalam penyusunan peralatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Perancangan alat terdiri dari sistem *intake*, *headrace*, *spillway*, *forebay*, *power house*, dan *trailrace*. Dengan demikian, terobosan baru pemanfaatan lubang bekas tambang harus didukung oleh peralatan yang sesuai dengan peruntukannya. Dengan peralatan yang disesuaikan dengan kondisi dan peruntukannya, energi potensial air sebagai penggerak turbin dapat menghasilkan energi listrik secara maksimal untuk masyarakat sekitar.

Kata kunci: Lubang Bekas Tambang, PLTMH, Reklamasi

ABSTRACT

The mining industry will eventually leave ex-mining land in the form of ex-mining pits. This ex-mining pit needs further handling so that it can benefit the surrounding community. One of the programs for handling ex-mining land launched in reclamation activities is the utilization of ex-mining pits into Microhydro Power Plants. Ex-mining pits can be utilized as water geotourism facilities, raw water sources, and fish farming. A new breakthrough in the utilization of former mining pits is utilized as a Microhydro Power Plant. This utilization needs a water quality assessment to determine the water content in the mine pit so as not to affect the performance of PLMTH equipment. The purpose of this study is to determine the quality of water to the right equipment for the design of Microhydro Power Plant equipment. The results show that water quality will affect the equipment needed in the preparation of Microhydro Power Plant equipment. The design of the tool consists of an intake system, headrace, spillway, forebay, power house, and trailrace. Thus, a new breakthrough in the utilization of ex-mining pits must be supported by equipment that is suitable for its purpose. With equipment that is adapted to the conditions and designation, the potential energy of water as a turbine drive can produce maximum electrical energy for the surrounding community.

Keywords: Void, Microhydro Powerplant, Reclamation

¹ Info Artikel: Received: 4 September 2023, Revised: 16 Desember 2023, Accepted: 27 Desember 2023, Published: 29 Desember 2023

² Email: wisnuap313@gmail.com

PENDAHULUAN

Cadangan batubara Indonesia termasuk 10 besar dunia tepatnya pada posisi ke tujuh dengan total cadangan sebesar 38,84 miliar ton. Secara garis besar cadangan tersebut terdapat di Pulau Kalimantan yang menyimpan 62,1% dari total cadangan batubara di Indonesia (Ibrahim dkk, 2020). Potensi cadangan batubara ini menjadikan Indonesia sebagai sektor strategis dalam pemanfaatannya untuk industri rumah tangga, industri kecil, bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap hingga sebagian besar batubara di ekspor ke berbagai belahan dunia.

Mayoritas pertambangan di Indonesia menggunakan metode tambang terbuka (*Open pit*). Kegiatan penambangan tidak berlangsung secara terus-menerus, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan penambangan dapat berakhir. Faktor-faktor tersebut diantaranya faktor geologi, teknis, perubahan kebijakan, tekanan sosial, bencana, ekonomi, dan terbatasnya cadangan. Kegiatan penambangan yang berakhir akan menyebabkan beberapa fenomena geologi salah satunya yaitu meninggalkan lahan bekas tambang berupa lubang yang berisi air (*void*) dari tanah atau air hujan. Kegiatan pasca tambang perlu dilakukan untuk mewujudkan kesejahteraan masyarakat dan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan. Perusahaan wajib melakukan kegiatan pasca tambang untuk memulihkan kembali fungsi wilayah yang sudah diganggu dengan menyesuaikan peruntukannya sebagai wujud pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) Nomor 26 Tahun 2018 tentang pelaksanaan kaidah pertambangan yang baik dan pengawasan pertambangan mineral dan batu bara yang mengatur kewajiban melaksanakan kegiatan pasca tambang. Timbulnya permasalahan – permasalahan seperti penurunan kualitas udara, air, tanah; menurunnya ekonomi masyarakat sekitar, terganggunya kesehatan dan kualitas sosial masyarakat mendorong kegiatan pasca tambang harus dilakukan secara sistematis dan terencana sejak dini.

Beberapa peneliti terdahulu telah melakukan penelitian terhadap lubang bekas tambang (*void*) yang digunakan untuk lokasi budi daya ikan air tawar dan sumber air baku pada PT. Adaro Indonesi dan PD. Baramarta Kabupaten Banjar (Rahmi dkk, 2019). Potensi pemanfaatan lahan bekas tambang tidak hanya sebagai pariwisata, pemukiman, tempat budi daya, dan sumber air baku. Terobosan baru pemanfaatan lubang bekas tambang yaitu sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PMLTH) merupakan pembangkit listrik berskala kecil dengan output antara 1MW – 10MW yang memanfaatkan aliran air sebagai sumber tenaga (Nissa dkk, 2022). Tentunya dengan memanfaatkan lubang tambang sebagai PLTMH dapat memenuhi aspek kegiatan pasca tambang pada perusahaan karena PLMTH bermanfaat untuk menunjang aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari.

Pemanfaatan *void* tambang tentunya dilakukan atas dasar pembangunan yang berwawasan lingkungan, dimana sumber daya alam dilestarikan dan di maksimalkan untuk penunjang kehidupan manusia. Pemanfaatan lubang bekas tambang sebagai PLTMH memberikan nilai estetika jika dikelola dengan baik. Ruang lingkup penelitian dibatasi mengenai rancangan pembuatan PLTMH ketersediaan dan kualitas air pada *void* tambang batu bara. Rancangan alat untuk pembuatan PLTMH menjadi faktor penting karena akan disesuaikan dengan kualitas air sebagai sumber energi agar tetap berkelanjutan dan tidak merusak komponen atau alat PLTMH.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan perancangan alat. Studi literatur digunakan untuk mendapatkan sumber yang dapat mendukung penelitian sehingga dapat mempermudah penelitian berlangsung. Literatur yang digunakan dapat berupa jurnal, dan buku. Jurnal ilmiah digunakan untuk membangun ide atau gagasan pokok tentang teori Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Rancangan PLTMH pada lubang bekas tambang yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ibrahim dkk (2020) di PT. Buana Eltra. Dari hasil penelitian tersebut kemudian dibuat rancangan yang sesuai agar PLTMH dapat dimanfaatkan secara optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengkajian pertama tentang rencana pemanfaatan *void* sebagai PLTMH dilakukan dengan menganalisis situasi dan kondisi lingkungan pertambangan. *Void* berupa cekungan yang terbentuk akibat penambangan open pit. Cekungan ini terisi air hujan sehingga air menggenang yang menyebabkan terbentuknya fenomena air asam tambang. Kondisi ini perlu dilakukan analisis dan pengelolaan agar tidak membahayakan lingkungan. Hal yang pertama dilakukan yaitu pengkajian terhadap ketersediaan air, kualitas air, yang kemudian menentukan rencana rancang peralatan yang digunakan untuk PLTMH.

Ketersediaan Air *Void* tambang sebagai PLTMH

Ibrahim dkk (2020) menjelaskan bahwa *void* tambang di PT. Buana Eltra akan terisi oleh air yang bersumber dari air hujan. Ketersediaan air pada *void* tambang dipengaruhi oleh kondisi iklim lokasi penelitian. Dalam kurun waktu lima tahun terakhir, curah hujan rata-rata sebesar 2780,998 mm dengan jumlah hari hujan sebesar 194,2 hari. Berdasarkan pada data tersebut, wilayah tersebut memiliki iklim tropis karena memiliki rata-rata jumlah curah hujan sebesar 2780,998 mm tiap tahunnya. Daerah tersebut memiliki intensitas hujan tinggi karena setiap tahunnya rata-rata hari hujannya yaitu 194 hari. Sehingga ketersediaan air pada wilayah tersebut cukup tinggi. Hal ini menyebabkan besarnya fluktuasi air yang tergenang pada *void*.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan oleh Ibrahim, dkk pada tahun 2020, volume air yang dapat ditampung oleh *void* sebesar 2.687.088 m³. Selain itu, diperoleh bahwa debit keluaran pada lubang tambang yang dimanfaatkan untuk PLMTH yaitu 0,0852 m³/s. Sedangkan elevasi muka air yaitu 143 mdpl dan elevasi bawah setinggi 142 mdpl dari data ini diperoleh tinggi jatuh efektif sebesar 0,9 meter. Dari data tersebut digunakan untuk menentukan daya yang dihasilkan yaitu sebesar 0,5717 kW. Dengan demikian, energi yang dihasilkan setiap tahunnya yaitu 0,5717Kw x 0,9 x 0,76 sebesar 5.008,092 kWh. Artinya menandakan bahwa potensi pemanfaatan lubang tambang batubara untuk PLMTH dengan pengkajian ketersediaan air menghasilkan energy sebesar 5.008,092 kWh (Ibrahim dkk, 2020).

Konsep Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro menggunakan energi kinetik yang dihasilkan oleh aliran air. Kondisi air yang memiliki potensi untuk pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro disesuaikan dengan kapasitas aliran, ketinggian, dan instalasinya. Semakin besar aliran ataupun ketinggian dari instalasinya dapat menghasilkan energi listrik yang semakin besar. Skema mikrohidro memerlukan debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk memaksimalkan tenaga yang dimanfaatkan. Untuk meningkatkan kapasitas daya

mikrohidro dapat dilakukan dengan meningkatkan laju aliran debit air, meningkatkan tinggi jatuh (*head*), dan meningkatkan efisiensi system pembangkit.

Kualitas Air Pada Lubang Bekas Tambang

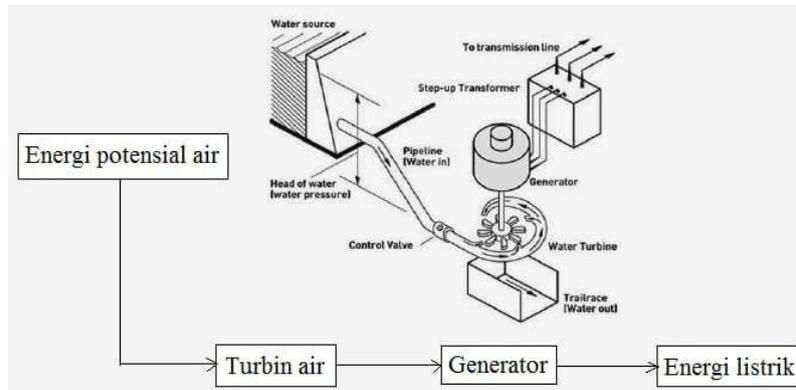
Pemanfaatan lubang bekas tambang sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro perlu pengkajian terhadap kualitas air. Pengkajian kualitas air dimaksudkan untuk nantinya apabila dialirkan sebagai sumber energi pembangkit listrik tidak membuat komponen-komponennya menjadi rusak akibat ketidaksesuaian parameter fisika atau kimia terhadap baku mutu lingkungan. Pada umumnya, lubang bekas tambang batubara menghasilkan air asam tambang, untuk menindaklanjuti fenomena ini perlu dilakukan penetralan atau membuat air memenuhi baku mutu lingkungan agar dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk PLTMH yang aman. Penetralan air asam tambang dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode pasif dan metode aktif. Metode aktif dilakukan dengan netralisasi, aerasi, dan pengendapan. Sedangkan metode pasif dapat dilakukan dengan rawa buatan, rawa ilmiah, sistem aliran vertikal, dan pemanfaatan saluran kapur.

Kualitas air *void* tambang dapat ditinjau dari outlet kolam pengendapan lumpur yang terdapat di sekitar *void*. Berdasarkan data yang diperoleh dari literatur, menunjukkan nilai pH air 6,33 yang menandakan bahwa kondisi cukup netral dan mengindikasikan korosi terhadap komponen atau alat-alat PLMTH sangat kecil sehingga kualitas air tergolong baik. Parameter TSS (*Total Suspended Solids*) merupakan komposisi yang terdiri atas jasad renik dan lumpur akibat pengaruh erosi atau kikisan tanah (Julius dkk, 2018). Pada pengkajian TSS menunjukkan bahwa nilai TSS kecil menandakan bahwa komposisi lumpur dalam air sedikit sehingga tidak berpotensi untuk mengganggu komponen alat-alat PLMTH dan aliran air dapat menggerakkan turbin. Parameter besi dan mangan juga bernilai kecil dibawah baku mutu lingkungan penambangan batu bara. Artinya kondisi ini mendukung pemanfaatan *void* sebagai PLMTH karena air yang dialirkan ke turbin dapat mengalir lagi ke badan air terdekat dan tidak mengganggu kesehatan ekosistem di sekitar wilayah tambang.

Perancangan Alat PLMTH Pada *Void* Tambang

Pemanfaatan air pada *void* tambang untuk dijadikan PLMTH perlu didukung dengan komponen peralatan yang sesuai fungsinya agar listrik yang dihasilkan dapat maksimal. Pemanfaatan *void* tambang sebagai PLMTH diharapkan masyarakat sekitar ikut berpartisipasi dalam peningkatan sumber dayanya. Secara sederhana, cara kerja komponen dapat digambarkan pada Gambar 1.

Air berperan sebagai sumber energi potensial, dimana aliran air turun atau mengalir dari ketinggian yang dipengaruhi oleh gravitasi kemudian mengenai turbin sehingga menggerakkan turbin yang dilengkapi penutup kemudian mengarah ke baling-baling yang tersambung pada dua piringan sejajar dari baja sebagai penyeimbang kemudian poros turbin berputar menyebabkan energi kinetik air berubah menjadi energi mekanik. Putaran-putaran tersebut dihubungkan menggunakan kopling dan tersambung sehingga dapat ditransmisikan ke generator, kemudian generator menghasilkan energi listrik.



Gambar 1. Cara Kerja Komponen PLTMH
(Sumber: Myson & Aritonang, 2019)

Pengoptimalan penyusunan PLMTH dengan pemanfaatan *void* tambang harus didukung dengan peralatan yang masing-masing dapat berperan maksimal sehingga efektifitas pengubahan energi potensial menjadi energi listrik tinggi. Perancangan alat dimulai dengan pemanfaatan genangan atau bendungan untuk pengontrolan dan penaikan tinggi air. Peralatan selanjutnya yaitu saluran penyadap (*intake*), saluran pembawa (*Headrace*), saluran pelimpah (*Spillway*). Saluran-saluran tersebut berfungsi untuk mengalirkan air sebagai sumber energy potensialnya. Berkaitan dengan kualitas air yang mengandung zat-zat seperti mangan, besi, dan lain sebagainya maka diperlukan *forebay* atau kolam penenang untuk pengendapan dan penyaringan kembali air supaya kotoran tidak masuk mengganggu dan merusak turbin. Dari *forebay* diarahkan ke turbin melalui pipa pesat, kemudian pada turbin dipasang rumah pembangkit (*power house*) dimana di rumah pembangkit ini terdapat turbin, generator, dan peralatan lain. Air dapat memutar turbin melalui *trailrace* atau saluran pembuang. Turbin berputar mengubah energy potensial menjadi energi mekanik kemudian dihubungkan ke generator dengan memanfaatkan turbin yang berputar dengan bantuan poros dan *gear box*. Agar energi listrik dapat dimanfaatkan dengan maksimal maka diperlukan sistem kontrol sebagai penjaga keseimbangan energi input dan output. Kemudian diperlukan lemari hubung, panel penghubung, dan jaringan distribusi agar energi listrik dapat dimanfaatkan masyarakat sekitar.

Berdasarkan uraian di atas menandakan bahwa ketersediaan air, kualitas air, dan perancangan alat mempengaruhi sistematika dari pemanfaatan *void* sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Pemanfaatan lubang bekas tambang sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro mendukung pembangunan lingkungan dan cocok diterapkan pada program pasca tambang dengan ketentuan pengkajian potensi air, ketersediaan air, serta potensi tempat bekas lahan tambang. Hasil dari pengkajian potensi air, ketersediaan air, dan tempat lahan bekas tambang digunakan dalam penentuan komponen alat yang digunakan. Komposisi lumpur dalam air yang sedikit menyebabkan aliran air dapat menggerakkan turbin sehingga tidak berpotensi mengganggu komponen-komponen alat dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Selain itu, parameter-parameter seperti pH, TSS, kandungan besi total, dan kandungan mangan total yang hasilnya dibawah baku mutu lingkungan menandakan air yang dialirkan ke turbin dapat mengalir lagi ke badan air terdekat dan tidak mengganggu kesehatan ekosistem disekitar wilayah tambang. Dengan demikian pemanfaatan *void* sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dapat diterapkan dalam kegiatan pasca tambang.

KESIMPULAN

Pemanfaatan lubang bekas tambang sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro perlu melakukan pengkajian terhadap ketersediaan air, kualitas air, dan sistematisa perancangan peralatan yang digunakan. Ketersediaan akan mempengaruhi jumlah daya yang dihasilkan sehingga perancangan alat harus sesuai dengan jumlah daya atau energi yang dihasilkan agar sistem bekerja secara efektif. Kualitas air akan berpengaruh terhadap zat-zat yang ditimbulkan pada air *void* tambang sehingga perlu penanganan sesuai dengan kondisi normal agar kualitas air tidak mengganggu atau merusak peralatan PLTMH.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryani, T., Wardoyo, W., Hidayat SA, A. (2015). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Saluran Irigasi Mataram. *Jurnal Hidroteknik*. 1(2): 75-78
- Julius, Aisyah, Prihantono, J., Gunawan, D. (2018). Kajian Kualitas Perairan untuk Budidaya Laut Ikan Kerapu di Teluk Saleh, Kabupaten Dompu. *Jurnal Segara*, 14 (1): 57-58
- Juniar, R., (2013). *Model Keberlanjutan Lingkungan Pertambangan Batubara : Kajian nilai Jasa Lingkungan, dan Air Void Tambang sebagai Air Baku di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Myson., Aritonang, Anwar. (2019). Generator DC 12 VOLT dengan Kapasitas 270 Watt untuk PLTMH Dijalan Bintara Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muara Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation ISSN 2621-556X (Online)*
- Nissa, K., Effendy, M., Suhardi, D., Mokhtar, A., Suwignyo. (2022). *Pembangkit Listrik Tenaga Mini & Mikro Hidro*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang
- PT Buana Eltra.(2020). *Rencana Kerja dan Anggaran Biaya Tahun 2020*. Sumatera Selatan
- Rahmi, H., Susetyo, D., Juniah,R. (2019). Utilization Study of Void Mine For Sustainable Environment of the Limestone Mining Sector at PT Semen Baturaja (Persero). *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*. 3(2):54-59
- Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber daya Mineral No.26 Tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan Yang Baik Dan Pengawasan Pertambangan Mineral Dan Batubara*. Jakarta
- Sogen, M.D.T. dan Harling, V.N.V.(2017). Studi Perencanaan Pembangunan PLMTH di Kampung Sasnek Distrik Sawiat Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat, *Elektro Luceat (JEC)*, 3(1)
- Susetyo, D., Juniah, R., Ibrahim,.(2020). Potensi Pemanfaatan Air Void Tambang Batubara Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Jurnal Pertambangan Vol. 4 No. 4 November 2020*