Karakteristik sebaran pH dalam kolam bekas tambang void M45C pada PT Jorong Barutama Greston

Characteristics of the distribution of pH in pit lake void M45C at PT Jorong Barutama Greston

Wahyu Maulana[1], Adip Mustofa[2], Yuniar Siska Novianti[3]*
[1,3]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
[2]Program Studi Rekayasa Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
JL. A. Yani KM 35,5 Banjarbaru 70714. Telp 0812-5475-6338
e-mail: [1]wm150997@gmail.com, [2]adip@ulm.ac.id, *[3]yuniar@ulm.ac.id

ABSTRAK

Nilai pH menunjukkan kadar asam ataupun basa di dalam suatu larutan. Angka pH normal sesuai standar baku mutu adalah pH 6–9. Penelitian ini menggunakan metode (sampling) lapangan pada kolam bekas tambang. Data yang dikumpulkan mencakup pH, DO, dan suhu. Analisis yang dilakukan adalah analisis karakteristik sebaran pH secara vertikal dan horizontal, analisis penentuan tipe kolam dan analisis hubungan pH air dengan limnologi kolam bekas tambang. Berdasarkan analisis pH pada Void M45C, kondisi air bersifat asam dengan nilai pH 3.3–3.4 sehingga melebihi nilai baku mutu. Dari permodelan yang telah dibuat nilai pH air tersebut tersebar merata di seluruh kolam pada kedalaman 5 - 45 meter, nilai pH yang tidak signifikan memiliki perbedaan angka 0.1 tersebar merata dengan pola yang tidak beraturan dan didukung analisis data menggunakan (boxplot) korelasi pH terhadap kedalaman tidak mengalami perbedaan, yang dapat diartikan bahwa sebaran pH pada kolam bekas tambang Void M45C tersebar merata di seluruh kolam dengan nilai pH tidak beraturan kedalaman 5–45 meter. Kondisi stratifikasi termal diartikan bahwa tipe kolam bekas tambang Void M45C bertipe (monomictic) dimana tipe ini akan mempermudah suatu reaksi karena air pada kolam bekas tambang akan mengalami pencampuran yang merata.

Kata-kata kunci*:* DO, Limnologi, Monomictic, pH, Suhu.

ABSTRACT

The pH value shows the level of acid or base in a solution. The normal pH number according to the quality standard is pH 6-9. This research uses field sampling method in ex-mining ponds. The data collected included pH, DO, and temperature. The analysis carried out is the analysis of pH distribution characteristics vertically and horizontally. Analysis of pH in Void M45C the water condition is acidic with a pH value of 3.3-3.4, exceeding the quality standard value. From the modeling that has been made, the pH value of the water is evenly distributed throughout the pond at a depth of 5-45 meters, an insignificant pH value has a difference of 0.1 evenly distributed with an irregular pattern and supported by data analysis using (boxplot) correlation of pH to depth has no difference, which can be interpreted that the distribution of pH in the ex-mining pond Void M45C is evenly distributed throughout the pond with an irregular pH value at a depth of 5-45 meters. Thermal stratification conditions mean that the type of ex-mining pond Void M45C is of the type (monomictic) where this type will facilitate a reaction because the water in the ex-mining pond will experience even mixing.

Keywords*: DO, Limnology, Monomictic, pH, Temperature.*

PENDAHULUAN

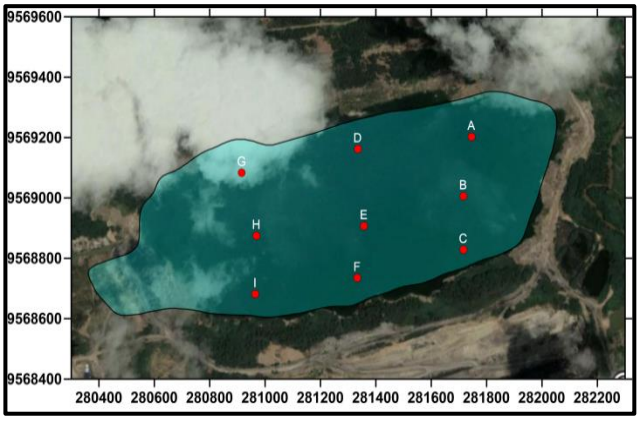
pH merupakan logaritma negatif dari aktivitas ion hidrogen atau pH = log [H+]. Angka pH berkisar antara 0 sampai 14 dan dalam kondisi netral yaitu pH 7 di mana konsentrasi ion hidrogen sama dengan 10 – 7 mol H^+/L. Angka pH lebih besar dari 7 menunjukkan kondisi basa atau alkalin, sementara angka pH lebih kecil dari 7 merupakan kondisi asam. pH adalah merupakan salah satu parameter yang mengendalikan kelarutan dari unsur kimia di dalam air. Beracu pada (Kepmen Lingkungan Hidup, Nomor 113 Tahun 2003, tentang Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Batubara) nilai pH yang normal sesuai standar baku mutu adalah netral pH 6 - 9.

(AAT) air asam tambang atau juga biasa disebut sebagai (AAB) air asam batuan yang artinya adalah air pada kegiatan penambangan atau penggalian yang memiliki sifat asam atau memiliki tingkat keasaman yang tinggi dan terbentuk akibat dari mineral sulfida yang teroksidasi dipengaruhi dengan adanya air, karena tiga komponen utama pembentuk AAT adalah mineral sulfida, udara dan air.

Kolam bekas tambang yang terbentuk setelah penutupan tambang bijih dan batubara menunjukkan kisaran luas ukuran, kedalaman, keseimbangan air, dan zat kimia disebut dengan (pit lake). Poin penting untuk pemodelan limnologi adalah perhitungan stratifikasi kepadatan. Penentuan karakteristik sebaran pH air pada kolam bekas tambang menggunakan pengujian aktual dilapangan. Dalam penelitian ini memaparkan tentang karakteristik pH air untuk mengetahui sebaran pH air pada kolam bekas tambang dan mengetahui tipe kolam bekas tambang.

Berdasarkan penelitian sebelumnya [1] pada Void M4E-West di PT Jorong Barutama Greston melakukan pengujian dengan parameter pH dan DO (dissolved oxygen) serta metode (sampling) pada 6 titik yang dilakukan hanya pada air permukaan dan kedalaman 5m.

Penelitian ini memaparkan tentang permodelan sebaran pH air dalam kolam bekas tambang, analisis stratifikasi kolam bekas tambang untuk penentuan tipe kolam bekas tambang dan analisis hubungan pH air dengan limnologi kolam bekas tambang.



Gambar-1 Lokasi Penelitian

METODOLOGI

Kegiatan Penelitian dilakukan di PT Jorong Barutama Greston, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau bulan Oktober 2019 dan lokasi (sampling) dilakukan di Void M45C. Parameter yang dikumpulkan adalah pH (potential hydrogen), DO (dissolved oxygen) dan suhu (temperature).

Peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel air Void M45C adalah (Global Position System) atau GPS berfungsi sebagai (ploting) titik (sampling) pada kolam bekas tambang Void M45C. (water sampler) dengan kapasitas 2.5 liter berfungsi sebagai alat pengambil sampel air secara vertikal, jirigen 2 liter berfungsi sebagai wadah penyimpanan sampel air, pH meter berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui kadar pH air yang terkandung dalam kolam bekas tambang, TDS meter merupakan alat yang berfungsi dalam mengukur suhu air, (oxygen meter) adalah alat yang berfungsi sebagai alat pengukur kadar oksigen yang terkandung dalam air dan rakit adalah alat yang digunakan sebagai alat transportasi dalam pengambilan sampel air di kolam bekas tambang Void M45C.

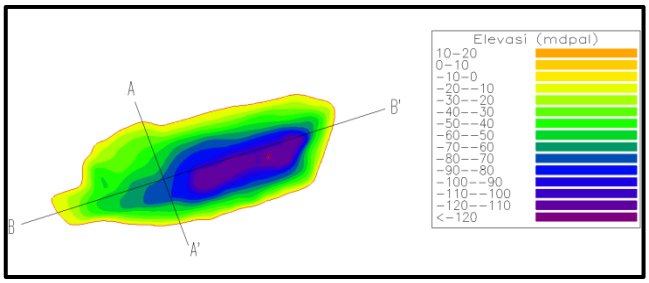
Pengambilan sampel air pada kolam bekas tambang Void M45C dengan jumlah total sampel adalah 38 sampel. Jumlah titik sampel yang dilakukan adalah sebanyak 9 titik, dimana 9 titik ini untuk mewakili daerah kolam bekas tambang Void M45C dengan kedalaman pengambilan sampel yang beragam secara vertikal yaitu 5 meter, 15 meter, 25 meter, 35 meter dan 45 meter. Jarak antar titik (sampling) secara horizontal ke utara adalah rata-rata 160 meter dan ke timur rata-rata 360 meter, serta jarak antar titik (sampling) secara vertikal adalah 10 meter. Pengambilan sampel menggunakan rakit yang disediakan oleh PT Jorong Barutama Greston.

Pengolahan data adalah dengan menganalisis menggunakan (software Microsoft Office Excel) kemudian membuat model sebaran pH pada kolam bekas tambang menggunakan (software Surfer 16) dan pengolahan permodelan limnologi kolam bekas tambang dengan data kedalaman, pH, DO, dan Suhu menggunakan (software Strater 5).

Model sebaran nilai pH dapat diketahui dengan meggunakan teknik interpolasi dengan salah satu metode yang dikenal dengan metode (inverse distance weighting) atau IDW. Metode ini adalah salah satu metode interpolasi untuk memperkirakan suatu nilai yang ada pada lokasi yang tidak dilakukan pengambilan sampel atau tidak tersampel berdasarkan data yang ada disekitarnya, yang memiliki kelebihan yakni karakteristik pada metode interpolasi ini dapat diatur dengan memberikan batasan pada titik – titik masukan yang digunakan, adapun untuk titik – titik yang digunakan bisa ditentukan langsung ataupun ditetapkan berdasarkan pada jarak yang ingin di interpolasi.

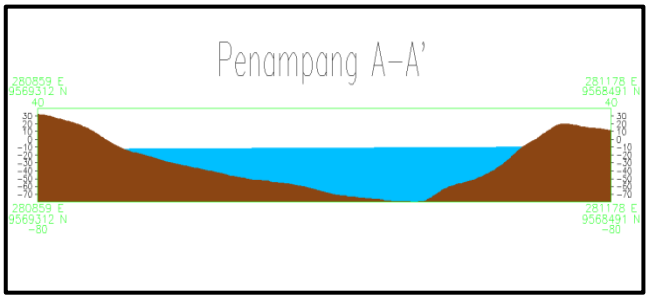
HASIL DAN DISKUSI

Topografi kolam bekas tambang adalah topografi negatif atau juga bisa disebut dengan bentuk cekungan atau topografi bergelombang. Dalam pemetaan topografi kolam bekas tambang Void M45C alat yang digunakan adalah GPS yang bertujuan untuk mengetahui ketinggian permukaan kolam bekas tambang yang kemudian melakukan (crosscheck) dari topografi yang sudah ada, kemudian permodelan topografi kolam diolah menggunakan (software minescape). Relief topografi kolam bekas tambang yakni berupa elevasi, yang dimana elevasi tersebut mencakup kondisi puncak kolam, elevasi air, hingga elevasi dasar kolam. Relief dasar pada dinding kolam bekas tambang yang ketika diamati secara langsung dinding kolam memiliki beberapa lapisan lempung.



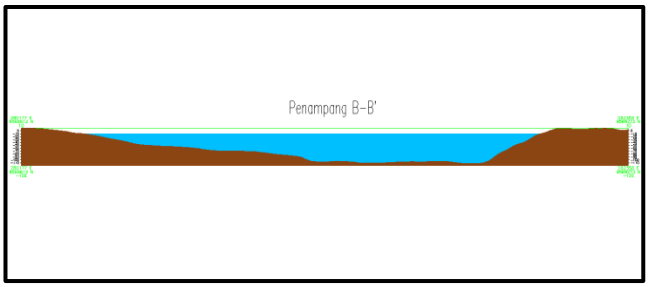
Gambar-2. Topografi Void M45C

Perbedaan warna yang terdapat pada topografi kolam bekas tambang Void M45C Gambar-2 menjelaskan setiap kedalaman kolam bekas tambang dengan satuan (mdpl). Adapun Sayatan A – A' dan sayatan B – B' untuk mengetahui kedalaman kolam bekas tambang Void M45C dalam bentuk penampang tampak samping.



Gambar -3. Penampang A Void M45C

Kolam bekas tambang void M45C pada tahun 2019 memiliki (volume) air sebanyak 28.901.770 juta m^3 dengan luas kolam 82.73 hektar, dengan kedalaman mencapai -120 mdpl.



Gambar -4. Penampang B Void M45C

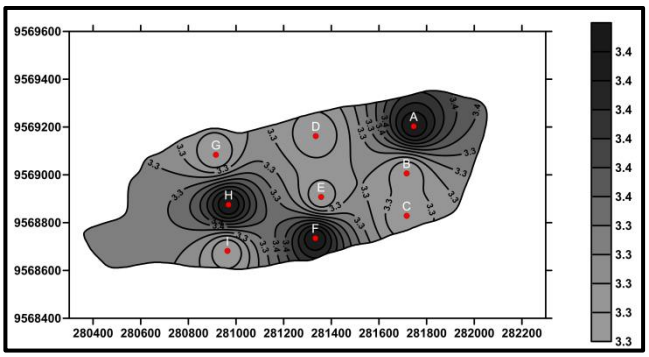
Pada lapisan-lapisan batuan samping adalah satuan batu lempung, terdiri dari batuan lempung dan lempung pasiran, satuan batu pasir terdiri dari Batupasir dan Batupasir Lempungan, karena adanya sisipan batuan lempung dengan sisipan batu pasir. Sehingga dapat diketahui berdasarkan lapisan – lapisan tersebut untuk urutan batuan lebih muda berada di bawah dan batuan lebih tua berada diatas berdasarkan formasi daerah yang merupakan formasi Warukin.

a. Data Kualitas Air Berdasarkan parameter pH

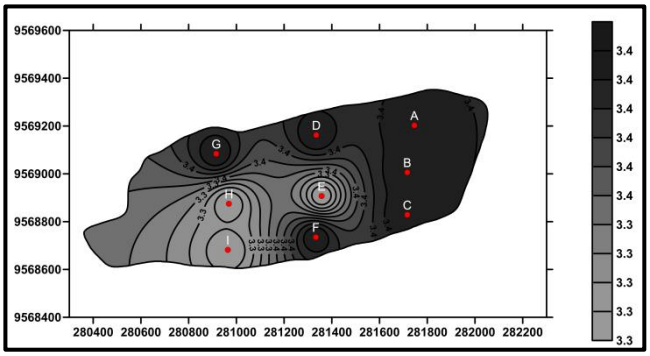
Beracu pada Kepmen Lingkungan Hidup, Nomor 113 Tahun 2003, tentang Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Batubara, Nilai pH yang sesuai baku mutu adalah netral pH 6 – 9. Dari data (sampling) dengan jumlah total adalah 38 sampel menunjukkan bahwa nilai pH air pada kolam bekas tambang Void M45C tersebut bersifat asam, sehingga melebihi nilai baku mutu. Pada analisis nilai pH di setiap titik sampling keseluruhan diperoleh nilai pH 3.3 – 3.4.

b. Sebaran pH Air Kolam Bekas Tambang Void M45C

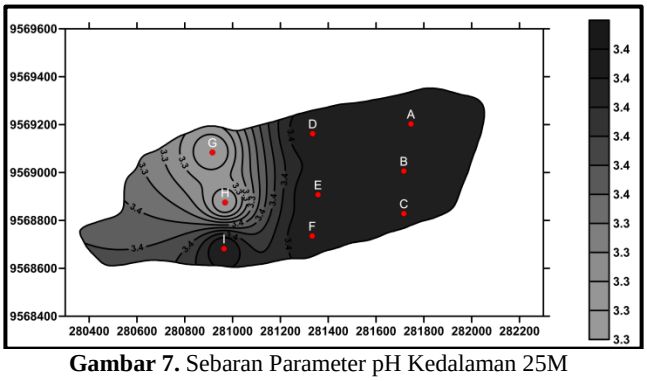
Berdasarkan pengumpulan data pH di lapangan didapatkan hasil pengolahan permodelan sebaran pH pada kolam bekas tambang Void M45C dari kedalaman 5 meter – 45 m dapat di lihat pada Gambar-5 sampai dengan Gambar-9.



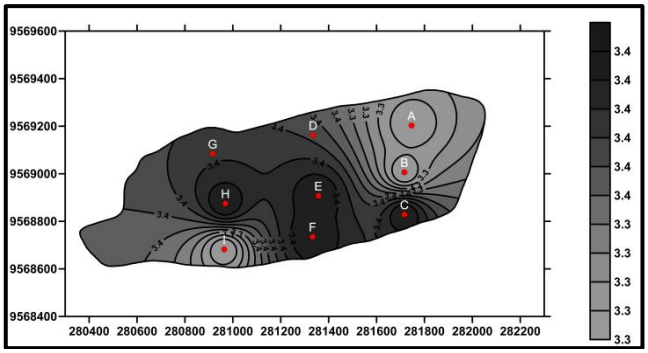
Gambar-5. Sebaran Parameter pH Kedalaman 5M



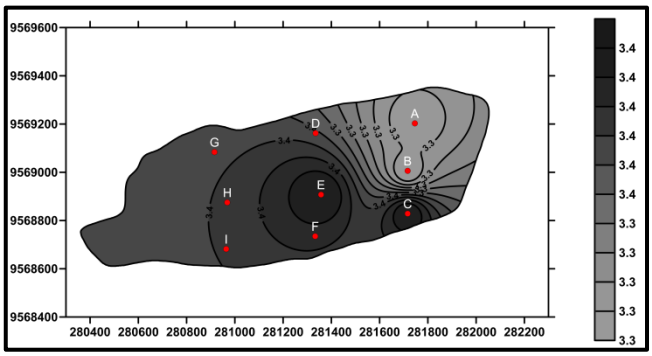
Gambar-6. Sebaran Parameter pH Kedalaman 15M



Gambar 7. Sebaran Parameter pH Kedalaman 25M

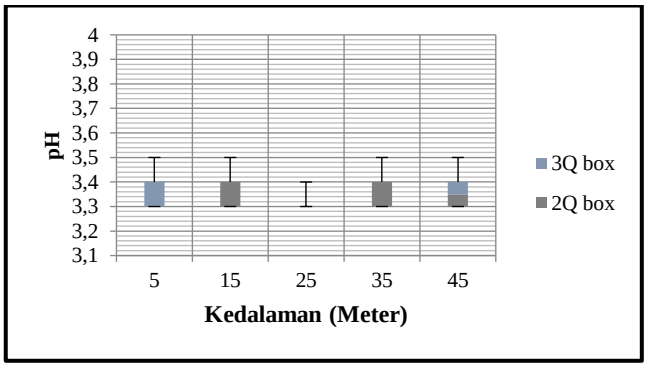


Gambar-8. Sebaran Parameter pH Kedalaman 35M



Gambar-9. Sebaran Parameter pH Kedalaman 45M

Berdasarkan data (sampling) pH pada kedalaman 5 meter diperoleh berjumlah 9 sampel, kedalaman 15 meter berjumlah 9 sampel, kedalaman 25 meter berjumlah 9 titik, kedalaman 35 meter berjumlah 7 titik, dan kedalaman 45 meter berjumlah 4 titik sampling dengan nilai pH 3.3 – 3.4 pada keseluruhan titik sampel. Adapun gambar 5, 6, 7, 8, dan 9 menjelaskan kontur sebaran pH kedalaman dengan interval kontur 0.01, dimana menjelaskan warna lebih terang menggambarkan nilai pH 3.3, sedangkan warna lebih gelap menggambarkan nilai pH 3.4.



Gambar -10. Korelasi (Boxplot) pH Terhadap Kedalaman

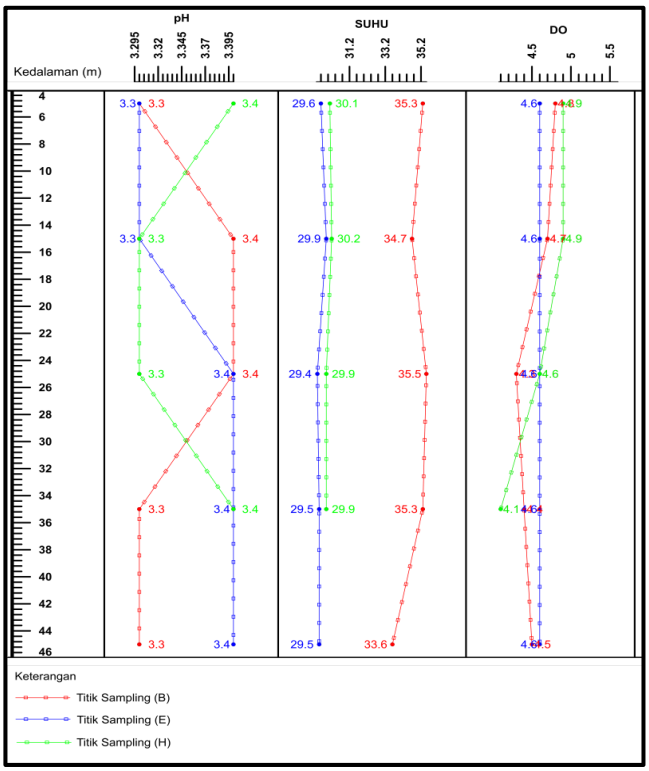
Pada Gambar-10 menjelaskan korelasi parameter pH terhadap kedalaman titik (sampling) dalam meter menggunakan (boxplot), 3Q box menggambarkan nilai tengah hingga nilai tertinggi, sedangkan 2Q box menggambarkan nilai terendah sampai nilai tengah, yang merupakan hasil rata-rata pH dari setiap kedalaman titik (sampling). Pada kedalaman 5 meter didapatkan hasil 3Q box dengan angka 0.1 dan 2Q box 0.0 sehingga (boxplot) berwarna biru, pada kedalaman 15 meter didapatkan hasil 3Q box dengan angka 0.0 dan 2Q box 0.1 sehingga (boxplot) berwarna abu-abu, pada kedalaman 25 meter didapatkan hasil 3Q box dengan angka 0.0 dan 2Q box 0.0 sehingga tidak ada (boxplot) yang tampil, pada kedalaman 35 meter didapatkan hasil 3Q box dengan angka 0.0 dan 2Q

box 0.1 sehingga (boxplot) berwarna abu-abu, pada kedalaman 45 meter didapatkan hasil 3Q box dengan angka 0.05 dan 2Q box 0.05 sehingga (boxplot) berwarna biru dan abu-abu. Pada Gambar-10 menunjukkan gambaran grafik rata – rata pH terhadap setiap kedalamannya yang cenderung datar dengan nilai yang tidak signifikan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari kegiatan (sampling) di lapangan dengan titik (sampling) yang sudah ditentukan diperoleh nilai pH air berkisah pada 3.3 – 3.4 di setiap titik, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model menggunakan (software surfer 16) dengan metode IDW untuk mengetahui bagaimana bentuk sebaran pH air pada kolam bekas tambang Void M45C, dapat diketahui bahwa pH air pada kolam bekas tambang dengan nilai pH berkisar pada 3.3 – 3.4 yang bersifat asam merupakan nilai yang tidak signifikan namun tetap terdapat perbedaan angka 0.1 dan tersebar merata dengan pola yang tidak beraturan diseluruh kolam baik secara vertikal dan horizontal. Berdasarkan pengolahan data menggunakan (boxplot) sebagai penyokong sebaran pH terhadap kedalaman, diperoleh nilai rata – rata hasil yang juga tidak signifikan dengan grafik cenderung datar, yang menyatakan bahwa sebaran pH 3.3 – 3.4 merata dari 5 meter hingga kedalaman 45 meter.

Adapun yang menjadi salah satu penyebab air kolam menjadi asam adalah kondisi batuan samping kolam yang menjadi sumber pembentuk dari air asam, karena menurut [2] saat akhir masa penambangan, litologi batuan yang terekspos pada dinding (pit) akan mempengaruhi kualitas air yang terbentuk pada (pit lake) atau kolam bekas tambang tersebut, namun hal ini perlu penelitian dan pengujian lebih lanjut pada kolam bekas tambang Void M45C.

c. Limnologi Kolam Bekas Tambang Void M45C



Gambar-11. Stratifiksi Void M45C

Pada Gambar-11 merupakan hasil pengolahan data menggunakan (software starter 5), memperlihatkan terjadinya perubahan nilai pH, DO, dan suhu pada 3 titik (sampling) horizontal yakni titik B, E dan H, serta pengambilan sampel air secara vertikal hingga kedalaman 45 meter yang dianggap dapat mewakili keseluruhan kolam. Grafik hubungan antara DO (Dissolved Oxygen), temperature (suhu), dan pH (potensi Hidrogen) pada umumnya menggambarkan bagaimana perubahan suhu dan pH dalam air mempengaruhi tingkat oksigen terlarut di dalamnya. Nilai DO ini mengacu pada jumlah oksigen yang terlarut dalam air, suhu air dapat mempengaruhi kemampuan air untuk menahan oksigen, dan pH mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air.

Dimana tipikal termal kolam bekas tambang ini memperlihatkan grafik suhu di permukaan kolam lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di bagian dalam kolam, namun perubahannya tidak terjadi secara signifikan hanya berkisar pada temperatur 35°C. Pada nilai pH semakin dalam tidak mengalami perubahan signifikan dan untuk nilai DO relatif mengalami penurunan. Nilai DO pada kolam ini memiliki kisaran nilai 4.1 – 5.6. Nilai pH pada kolam bekas tambang Void M45C ini bersifat asam pada nilai 3.3 – 3.4.

Menurut [3] hubungan yang terjadi antara (dissolved oxygen) dengan (temperature) pada kolam bekas tambang ditunjukkan dengan kondisi air yang memiliki temperatur tinggi memiliki oksigen terlarut yang rendah. Adapun faktor yang terjadi di lapisan permukaan adalah kadar oksigen terlarut lebih tinggi disebabkan adanya proses perpindahan zat antara air dengan udara di permukaan dan disertai keberadaan proses kegiatan fotosintesis. Semakin mendekati dasar kolam atau semakin dalam kolam kadar oksigen terlarut akan mengalami penurunan.

Menurut [4] suhu berpengaruh pada stratifikasi kolam ketika suhu meningkat dikarenakan stratifikasi kolam yang mengalami penipisan, adapun menipisnya stratifikasi kolam disebabkan karena kondisi musim yang sedang terjadi pada permukaan kolam. Menipisnya stratifikasi menyebabkan pencampuran terjadi antar lapisan di dalam kolam. Adapun pengaruh kondisi angin pada permukaan kolam bekas tambang terhadap stratifikasi air yakni mendukung terjadinya pencampuran secara vertikal di dalam air, sehingga pencampuran terjadi pada lapisan (epilimion dan hypolimion), hal ini yang menguatkan bahwa terjadinya pencampuran secara merata di dalam kolam bekas tambang tersebut.

Stratifikasi termal pada kolam bekas tambang yang memperlihatkan suhu di permukaan kolam lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di bagian dalam kolam, namun perubahannya tidak terjadi secara signifikan, sehingga hal ini mengindikasikan kolam bekas tambang ini bersifat (monomictic) dengan mencapai lapisan (hypolimion) dikarenakan nilai DO yang cukup rendah. Menurut [5]. Secara teori lapisan (epilimnion) ditandai dengan adanya suhu yang hangat dan konsentrasi DO yang tinggi. Sedangkan untuk lapisan (hypolimnion) mempunyai suhu yang lebih rendah dan tingkat konsentrasi DO yang lebih rendah dibandingkan lapisan (epilimnion).

Kolam atau (pit lake) dengan tipe (monomictic) adalah kolam yang mengalami perubahan berdasarkan waktu sepanjang tahun, memiliki suhu dan kepadatan yang seragam dari atas ke bawah, sehingga air kolam benar – benar tercampur.

Menurut jurnal [6] pencampuran lapisan (hypolimnion) memiliki konsekuensi penting bagi perkembangan keadaan trofik di dalam kolam karena

mempengaruhi proses terjadinya pertukaran panas dan materi antar lapisan kolam sehingga pencampuran air (hypolimnion) dianggap hasil yang dominan dari pencampuran vertikal.

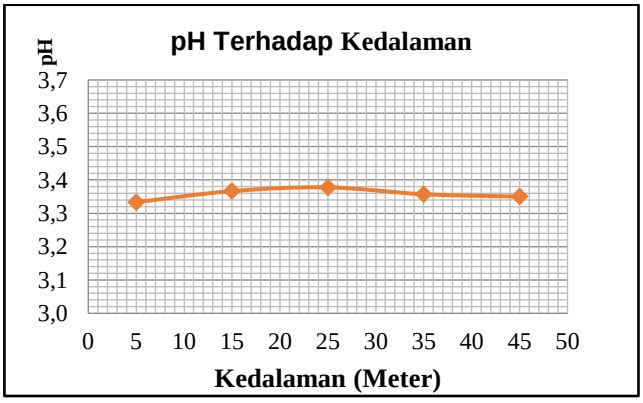
Menurut [3] Kondisi stratifikasi termal yang bersifat (monomictic) akan mempermudah suatu reaksi karena air pada kolam bekas tambang akan tercampur merata. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan pada musim kemarau. Pada musim kemarau stratifikasi kolam mengalami penipisan sehingga semakin memungkinkan terjadinya pencampuran air secara merata.

Adapun geometri kolam juga berpengaruh pada pencampuran, dinding samping kolam yang curam akan mempengaruhi pencampuran vertikal karena dinding yang curam bisa menghasilkan perbedaan pola gelombang dan dapat mengubah distribusi energi gelombang internal di kedalaman kolam. Luas dari kolam juga berpengaruh terhadap pencampuran vertikal karena pada kolam dengan ukuran lebih besar memiliki gradien kepadatan stratifikasi yang stabil. Sedangkan pada kolam berukuran kecil hingga sedang transportasi harus dipengaruhi oleh gelombang dan adanya arus kolam yang berinteraksi dengan kemiringan dinding kolam.

d. Hubungan pH Terhadap Limnologi Kolam Bekas Tambang.

Menurut [2] beberapa aspek utama yang juga mempengaruhi pada kesetimbangan air dilihat dari segi pH di dalam kolam bekas tambang adalah karakteristik batuan, geologi, iklim, hidrologi dan limnologi yang saling terkait. Adanya air yang bersumber dari air tanah yang kemudian mengisi kolam secara perlahan dan air permukaan alamiah yang masuk ke dalam kolam atau air yang bersumber dari air tambang di sekitarnya, air laut maupun air permukaan. Hal ini yang memunculkan hipotesa bahwa air yang masuk ke dalam kolam sudah mengalami suatu reaksi dengan batuan sulfida di samping kolam sehingga menjadi faktor pendukung tingginya nilai pH air kolam.

Secara teori hubungan antara pH terhadap kedalaman adalah semakin bertambah kedalaman kolam hingga mendekati dasar badan air atau dasar kolam yang terjadi adalah nilai pH mengalami penurunan disebabkan ketersediaan oksigen yang menurun karena peningkatan pada karbondioksida. Jika karbondioksida yang ada pada suatu perairan meningkat atau tinggi maka yang terjadi pada nilai pH adalah semakin rendah. Oleh karena itu pada bagian lebih dalam mendekati dasar kolam nilai pH akan lebih rendah dibandingkan pH di permukaan. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian ini yaitu pada kedalaman 25 – 45 meter di dominasi oleh nilai pH 3.4.



Gambar -12. Grafik pH Terhadap Kedalaman

Akan tetapi dari hasil pengamatan variasi pH di setiap titiknya tidak ditemukan perubahan yang signifikan dari seluruh titik (sampling) secara vertikal maupun horizontal yakni berkisah 3.3 – 3.4. Adapun hal ini disebabkan karena kondisi air yang terdapat di dalam kolam bekas tambang Void M45C hingga kedalaman 45 meter mengalami pencampuran yang merata berdasarkan tipe kolam (monomictic) yang mempermudah terjadinya reaksi pencampuran air yang merata di dalam kolam bekas tambang kedalaman 5 – 45 meter.

Pada gambar 12 menunjukkan gambaran grafik rata – rata pH terhadap setiap kedalamannya 5 – 45 meter yang cenderung datar dengan nilai pH yang tidak signifikan.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik sebaran pH air pada kolam bekas tambang Void M45C, kondisi air bersifat asam dengan nilai pH 3.3 – 3.4. Beracu pada Kepmen Lingkungan Hidup, Nomor 113 Tahun 2003, tentang Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Batubara, dari data pengukuran menunjukkan bahwa nilai pH air kolam bekas tambang Void M45C tersebut bersifat asam, sehingga menunjukkan di bawah ambang nilai batas baku mutu.
2. Dari permodelan yang telah dibuat menunjukkan nilai pH air 3.3 – 3.4 tersebar merata di seluruh kolam, baik secara vertikal dan horizontal dari kedalaman 5 - 45 meter. Dengan nilai pH yang tidak signifikan dengan perbedaan angka 0.1 tersebar merata dengan pola yang tidak beraturan dan didukung dengan analisis data menggunakan (boxplot) korelasi pH terhadap kedalaman tidak mengalami perubahan, yang dapat diartikan bahwa sebaran pH pada kolam bekas tambang Void M45C tersebar merata di seluruh kolam.
3. Berdasarkan kondisi stratifikasi termal dapat disimpulkan bahwa tipe kolam bekas tambang Void M45C adalah bersifat (monomictic) dimana tipe ini akan mempermudah suatu reaksi karena air pada kolam bekas tambang akan mengalami pencampuran yang merata. Kolam dengan tipe (monomictic) memiliki ditandai dengan suhu dan kepadatan yang seragam dari atas ke bawah.
4. Hubungan antara pH terhadap kedalaman dilihat dari hasil pengamatan variasi pH tidak ditemukan perubahan yang signifikan dari seluruh titik (sampling) secara vertikal maupaun horizontal, disebabkan karena dengan tipe kolam (monomictic) menyebabkan terjadinya pencampuran merata diseluruh kolam dari kedalaman 5 - 45 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rasa bersyukur kepada Allah Subhanahuwata'ala atas nikmat, rahmat dan pertolongan dari Nya-lah hingga terselesaikannya penelitian ini. Kemudian penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing Bapak Ir. Adip Mustofa, S.T., M.T. dan Ibu Yuniar Siska Novianti, S.T., M.T. yang telah membimbing dalam menyelesaikan penelitian ini hingga dapat terselesaikan. Terima kasih pula kepada Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberi dukungan dalam

bentuk moral dan materil. Terima kasih juga saya sampaikan untuk keluarga, teman – teman, orang terdekat dan seluruh pihak yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan, motivasi dan semangat hingga dapat terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Octiana, E.R., *et al*., "Analisis Derajat Keasaman Dan Oksigen Terlarut Pada Air Asam Tambang Studi Kasus Void M4e-West di PT Jorong Barutama Greston", *Jukung*, Vol. 1 No. 1, pp 74-82, 2015.

[2] Kusuma, *et al*., "Prediksi Pembentukan dan Kualitas Air Pit Lake: Berdasarkan Kondisi Hidrologi dan Geokimia Batuan". *Prosiding TPT XXVIIII Perhapi*, 2019.

[3] Anisa, "Hidrologi Dan Limnologi Danau Bekas Tambang Aluvial Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan", *Laporan Tugas Akhir PSTP Universitas Lambung Mangkurat*, 2019. (Tidak di publikasi)

[4] Walter Geller, et. al., "Acidic Pit Lakes". *Springer Heidelberg New York Dordrecht London*, 2013.

[5] Castendyk, D.N., "Conceptual Models of Pit Lakes". *Management Technologies for Metal Mining Influenced Water: Mine Pit Lakes Characteristics, Predictive Modeling, and Sustainability* Volume 3, Part III: Introduction, Chapter 6. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc (SME), United States of America. pp 61, 2009.

[6] Limnol. Oceanogr, "Dynamics of Vertical Mixing in The Hypolimnion of a Deep Lake: Lake Geneva", *Amerincan Society of Limnologi and Oseanografi*, Inc, 1995.

[7] Gautama, R.S. Pengelolaan Air Tambang: Aspek Penting dalam Pertambangan yang Berwawasan Lingkungan dalam Pidato Ilmiah, majelis Guru Besar ITB. Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung, 2012

[8] Gautama, R.S., Pembentukan, Pengendalian, dan pengelolaan Air Asam Tambang. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2014.

[9] Hafids Rahman, Pagoray Henny, dan Udaya Deni, "Kandungan Logam Berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Ikan yang Dibudidayakan di Kolam Pasca Tambang Batubara Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur". *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman*, 2015.

[10] Idaman Nusa Said, "Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara Alternatif Pemilihan Teknologi", *Pusat Teknologi Lingkungan*, BPPT, 2014.

[11] Kiswanto, Heru Susanto dan Sudarno, "Karakteristik Air Asam Batubara di Kolam Bekas Tambang Batubara PT. Bukit Asam (PTBA)", Surakarta, 2018.

[12] Pasaribu dan Nanik, "Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM Dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) Natural Neighbor dan Spline". P*usat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. LAPAN*, 2012.

[13] Saputra Muhammad Wahyudin, Denny, Radhiatul, Denny, Frenaldo, Jimmy, Reza, Muhammad dan Sapta, "Efektivitas Penurunan Fe dan Mn Pada Air Asam Tambang Dengan Tanaman Purun Tikus (Eleocharis Dulcis), dan Kayu Apu (Pistia Stratiotes) Menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan Metode Batch Bertingkat Skripsi". *Universitas Lambung Mangkurat Fakultas Teknik Program Studi S1 Teknik Lingkungan*, Banjarbaru, 2014.

[14] Tuheteru, Rudy, Ginting, dan Kris, "Pit Lake Sebagai Alternatif Kegiatan Pascatambang (Hasil Revie Pustaka)". *Prosiding XXVII dan Kongres X Perhapi*, 2018