

# **PENGARUH VARIASI JUMLAH DAN WAKTU KONTAK SEMEN PORTLAND TERHADAP KANDUNGAN ION-ION LOGAM DALAM AIR ASAM TAMBANG**

**Wahyuni Inggit Pratiwi**

**\*) Program Studi Kimia, FMIPA Universitas Mataram**

**suryahadi@unram.ac.id**

## **ABSTRAK**

Penambangan pada umumnya dilakukan secara terbuka, yang menimbulkan kerusakan pada permukaan bumi. Dampak negatif dari pertambangan adalah terbentuknya Air Asam Tambang (AAT). Penelitian ini memiliki tiga tujuan yaitu untuk mempelajari pengaruh pemberian semen terhadap karakteristik AAT batu hijau yang meliputi (pH, TDS dan konduktivitas), kemudian untuk mengetahui pengaruh waktu kontak dan penambahan semen dengan berbagai dosis terhadap konsentrasi ion logam terlarut dalam air asam tambang dan untuk menemukan perbandingan komposisi unsur sampel semen dengan endapan semen+ion logam. Metode yang digunakan pada penelitian adalah eksperimen, dimana 1 L air asam tambang (AAT) yang diambil dari pertambangan Batu Hijau Kabupaten Sumbawa Barat ditambahkan semen dengan variasi berat yang berbeda yakni 1,5 ; 2,5 dan 3,5 g yang disebar merata di permukaan air tanpa dilakukan pengadukan, kemudian diambil 200 mL larutan pada waktu kontak 72, 144, dan 216 jam untuk mengukur kadar ion logam (Fe, Cu, Ag dan Mn) menggunakan AAS. Pemberian semen dengan berbagai konsentrasi dan lamanya waktu kontak semen-AAT dapat menaikkan pH dan mengurangi konsentrasi ion logam (Ag, Fe, Cu dan Mn) dalam AAT, dimana kandungan ion logam pada AAT mengalami penurunan dikarenakan semen memiliki sifat alkalin, keberadaan material alkalin dapat menjadi bahan penetral asam. Pada ketiga penggunaan semen sebanyak 1,5 ; 2,5 dan 3,5 g dan waktu kontak 72 hingga 216 jam, yang paling baik untuk menurunkan kadar logam terlarut dan kenaikan pH di dapatkan pada penggunaan semen 3,5 g dengan waktu kontak 216 jam. Pada konsentrasi tersebut dapat menaikkan pH secara maksimal dari 3,24 menjadi 7,63 dan menurunkan kadar ion logam dalam air asam tambang Ag, Fe, Cu dan Mn berturut-turut <0,0001 ; 0,0378 ; 0,0043 dan 1,094 mg/L.

## **I. Introduction**

Pertambangan Batu Hijau merupakan tambang terbuka yang berada di Sumbawa Barat. Pertambangan ini telah beroperasi sejak 1999 untuk memperoleh tembaga dan emas sebagai komoditas utama (Moe'tamar, 2011). Pembentukan air asam tambang terjadi karena adanya mineral sulfida yang terekspos akibat kegiatan penggalian dan penimbunan batuan penutup. Mineral sulfida merupakan mineral yang secara alami terbentuk dan terkandung dalam batuan. Air asam tambang memiliki dua sifat umum agar suatu air dikategorikan sebagai air asam

tambang. Sifat yang paling mudah teridentifikasi adalah sifat fisik air asam tambang yaitu, berwarna kemerahan atau kuning, dan memiliki kandungan TSS (*Total Solid Suspension*) didalamnya (Irawan, dkk. 2016). Air asam tambang juga memiliki sifat kimia, yaitu memiliki derajat keasaman (pH) yang kurang dari tiga, dan memiliki kandungan - kandungan logam seperti Fe, Cu, Ag, Mn dengan kadar yang cukup tinggi (Henny, dkk. 2010).

Semen memiliki sifat alkalin, keberadaan material alkalin dapat menjadi bahan penetral asam, sehingga dapat mengurangi jumlah AAT yang terbentuk (Skousen, 2002). Penambahan semen juga akan meningkatkan derajat keasaman (pH) yang berakibat pada peningkatan kapasitas pertukaran ion-ion positif (kation). Umumnya semen digunakan untuk menangani limbah-limbah dari logam (Utomo, 2007). Potensi semen sebagai adsorben mengandung kapur yang tinggi, dimana menurut Abdollahnejad, dkk (2014) semen memiliki sifat pengikat teraktivasi alkali dengan mengandung kapur (CaO) sebanyak 63,1%.

Berdasarkan uraian diatas, akan dilakukan penelitian tentang pengaruh waktu kontak dan konsentrasi semen sebagai adsorben untuk mengurangi kadar logam terlarut (Fe, Ag, Cu dan Mn) dan kenaikan pH pada air asam tambang. Tujuan dari penelitian ini juga yaitu untuk mengetahui pengaruh dan potensi terbaik dari waktu kontak dan konsentrasi semen terhadap penurunan kadar logam terlarut dan menetralisasi pH pada air asam tambang.

## **II. Materials and Methods**

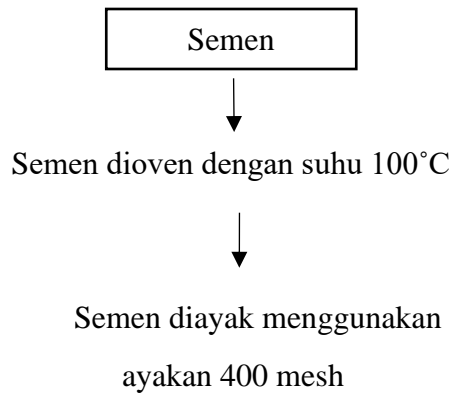
### **Alat**

Ayakan 400 mesh, batang pengaduk, botol labor 1000 mL, erlenmeyer 250 mL, gelas arloji, gelas kimia 1000 mL, mortar dan alu, oven, pipet tetes, sendok, satu set alat ukur kualitas air (pH, Suhu, TDS dan Konduktivitas dan Timbangan Analitik.

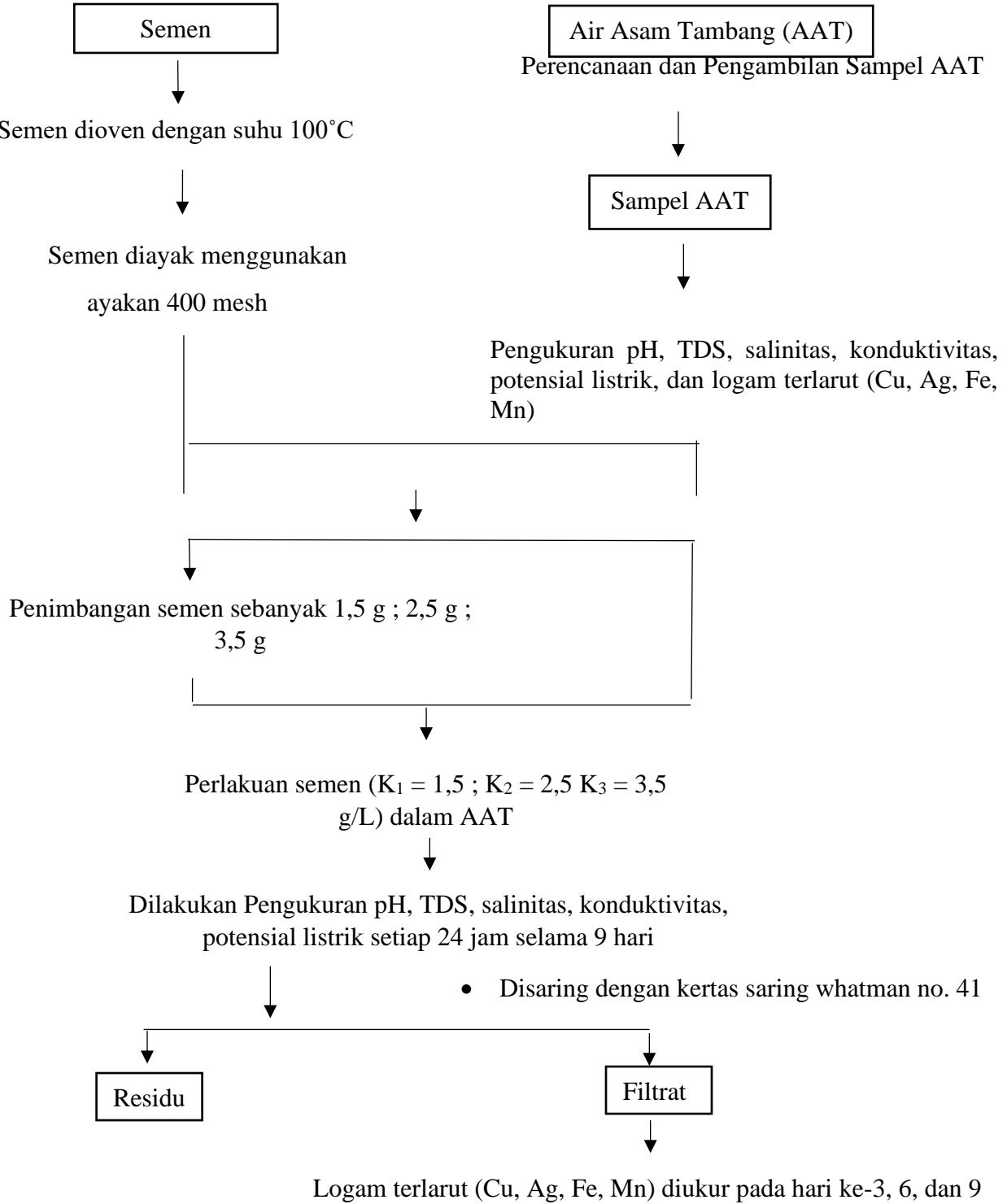
### **Bahan**

Aquades, aluminium foil, semen portland tiga roda, air asam tambang, kertas saring whatman no. 41, FeSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, AgNO<sub>3</sub> dan MnSO<sub>4</sub>.

## Prosedur penelitian

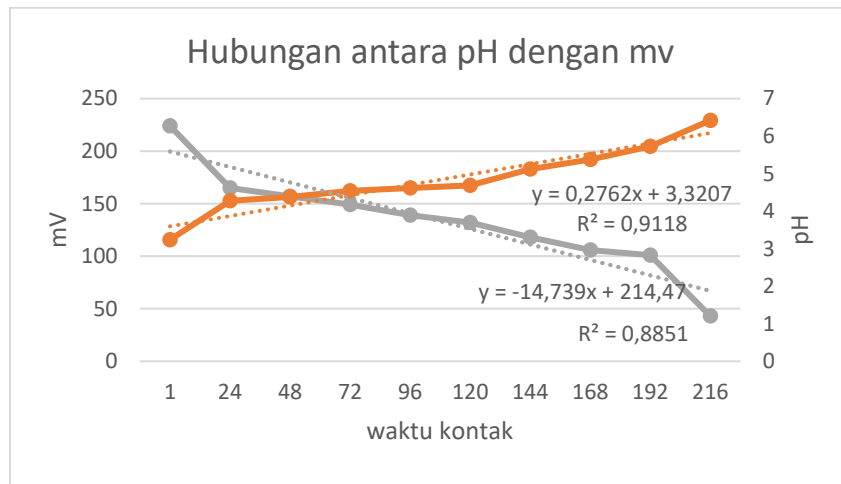


## Diagram Alir



### III. Result and Discussion

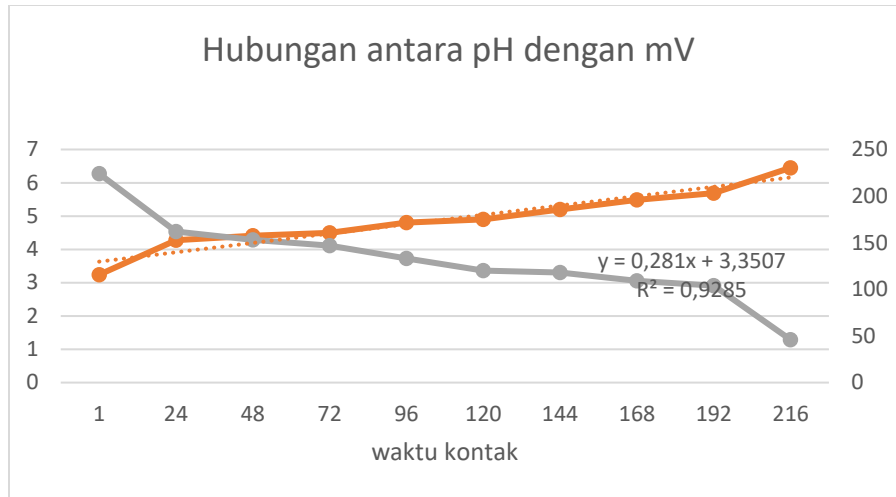
#### A. Grafik hubungan antara pH dan mV



**Gambar 1.** Grafik semen dengan konsentrasi 1,5 g/L hubungan antara pH dengan nilai mV

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara pH dengan potensial listrik (mV) pada pemberian semen dengan konsentrasi 1,5 g/L. Pada gambar tersebut terlihat bahwa, semakin tinggi pH, semakin menurun nilai potensial listrik (mV). pH awal air asam tambang sebelum perlakuan terukur 3,24 dengan nilai potensial listrik sebesar 224 mV. Setelah perlakuan penambahan semen dengan konsentrasi 1,5 g/L pada air asam pH mengalami peningkatan sedangkan nilai potensial listrik mengalami penurunan. Pada waktu kontak 24 hingga 72 jam, nilai pH mengalami peningkatan dari 3,24 menjadi berturut 4,28 ; 4,38 dan 4,54 dengan nilai potensial listrik mengalami penurunan dari 224 menjadi 165; 157; dan 149 mV. Pada waktu kontak 216 jam terukur kenaikan pH tertinggi (6,42) dengan nilai potensial listrik terendah dengan nilai 43 mV.

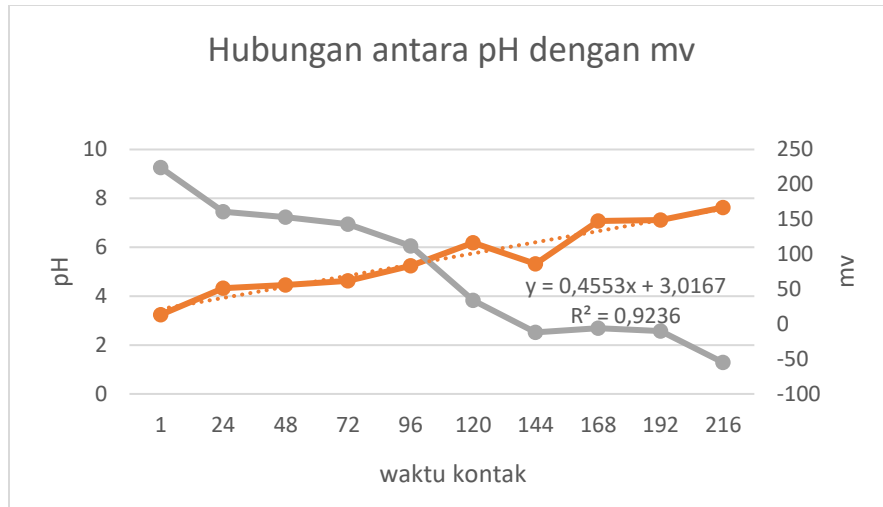
Rendahnya nilai pH pada air asam tambang (AAT) disebabkan karena proses oksidasi batuan sulfida menghasilkan asam sulfat yang menyebabkan terlarutnya berbagai jenis logam di dalam air. Besarnya konsentrasi logam terlarut diindikasikan oleh tingginya daya hantar listrik air yang ditunjukkan oleh parameter potensial listrik.



**Gambar 2.** Grafik semen dengan konsentrasi 2,5 g/L hubungan antara pH dengan nilai mV

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara pH dengan potensial listrik (mV) pada pemberian semen dengan konsentrasi 2,5 g/L. Pada gambar tersebut terlihat bahwa, semakin tinggi pH, semakin menurun nilai potensial listrik (mV). pH awal air asam tambang sebelum perlakuan terukur 3,24 dengan nilai potensial listrik sebesar 224 mV. Setelah perlakuan penambahan semen dengan konsentrasi 2,5 g/L pada air asam pH mengalami peningkatan sedangkan nilai potensial listrik mengalami penurunan. Pada waktu kontak 24 hingga 72 jam, nilai pH mengalami peningkatan dari 3,24 menjadi berturut 4,28 ; 4,41 dan 4,50 dengan nilai potensial listrik mengalami penurunan dari 224 menjadi 162; 153; dan 147 mV. Pada waktu kontak 216 jam terukur kenaikan pH tertinggi (6,45) dengan nilai potensial listrik terendah dengan nilai 46 mV.

Rendahnya nilai pH pada air asam tambang (AAT) disebabkan karena proses oksidasi batuan sulfida menghasilkan asam sulfat yang menyebabkan terlarutnya berbagai jenis logam di dalam air. Besarnya konsentrasi logam terlarut diindikasikan oleh tingginya daya hantar listrik air yang ditunjukkan oleh parameter potensial listrik.

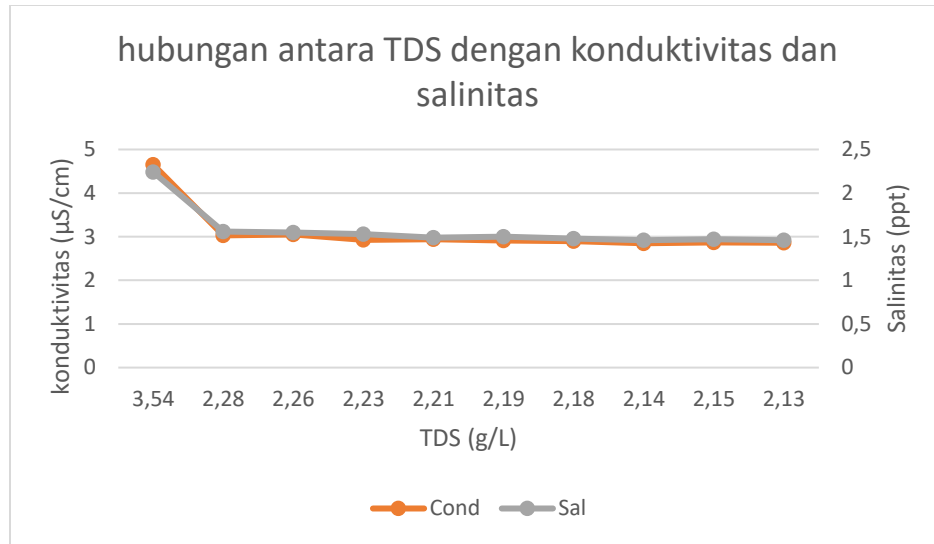


**Gambar 3.** Grafik semen dengan konsentrasi 3,5 g/L hubungan antara pH dengan nilai mV

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara pH dengan potensial listrik (mV) pada pemberian semen dengan konsentrasi 3,5 g/L. Pada gambar tersebut terlihat bahwa, semakin tinggi pH, semakin menurun nilai potensial listrik (mV). pH awal air asam tambang sebelum perlakuan terukur 3,24 dengan nilai potensial listrik sebesar 224 mV. Setelah perlakuan penambahan semen dengan konsentrasi 3,5 g/L pada air asam pH mengalami peningkatan sedangkan nilai potensial listrik mengalami penurunan. Pada waktu kontak 24 hingga 72 jam, nilai pH mengalami peningkatan dari 3,24 menjadi berturut 4,33 ; 4,45 dan 4,63 dengan nilai potensial listrik mengalami penurunan dari 224 menjadi 161; 153; dan 143 mV. Pada waktu kontak 216 jam terukur kenaikan pH tertinggi (7,63) dengan nilai potensial listrik terendah dengan nilai kurang dari 0,01 mV.

Rendahnya nilai pH pada air asam tambang (AAT) disebabkan karena proses oksidasi batuan sulfida menghasilkan asam sulfat yang menyebabkan terlarutnya berbagai jenis logam di dalam air. Besarnya konsentrasi logam terlarut diindikasikan oleh tingginya daya hantar listrik air yang ditunjukkan oleh parameter potensial listrik.

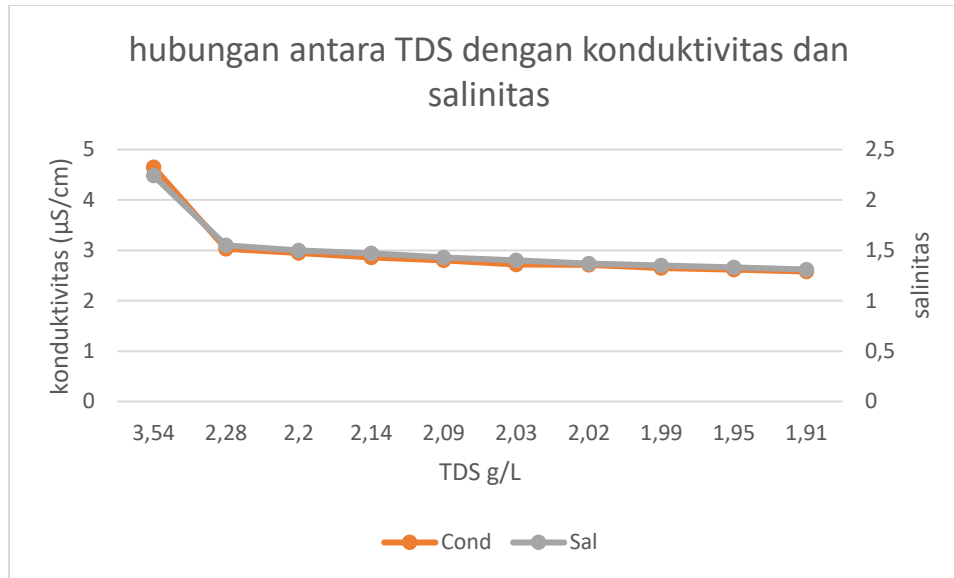
#### B. Grafik hubungan antar konduktivitas, salinitas dan TDS



**Gambar 4.** Grafik semen dengan konsentrasi 1,5 g/L hubungan antara konduktivitas, salinitas dan TDS

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara Total Dissolve Solid (TDS) dengan konduktivitas dan salinitas, pada pemberian semen dengan konsentrasi 1,5 g/L. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai TDS, konduktivitas dan salinitas sebelum perlakuan terukur 3,54, 4,65 dan 2,24. Setelah perlakuan penambahan semen dengan konsentrasi 1,5 g/L pada air asam terukur TDS, konduktivitas dan salinitas mengalami penurunan yang konstan. Penurunan TDS yang semula 3,54 mengalami penurunan paling rendah menjadi 2,86 pada hari ke 9, kemudian untuk konduktivitas yang semula 4,65 mengalami penurunan terendah menjadi 2,86 pada hari ke 9, sedangkan salinitas yang paling rendah di dapatkan pada hari ke 9 yang semula 2,24 mengalami penurunan menjadi 1,46. Perubahan TDS diikuti oleh perubahan konduktivitas dan salinitas yang saling berhimpitan. Dengan kata lain penurunan nilai TDS menyebabkan terjadinya penurunan konduktivitas dan salinitas.

Konduktivitas memiliki hubungan dengan salinitas. Salinitas suatu larutan akan menentukan daya hantar (konduktivitas listrik) larutan, dimana konduktivitas listrik merupakan ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik dihantarkan oleh ion-ion didalam larutan sehingga apabila ion yang terkandung dalam larutan tinggi maka, nilai konduktivitasnya juga semakin tinggi.

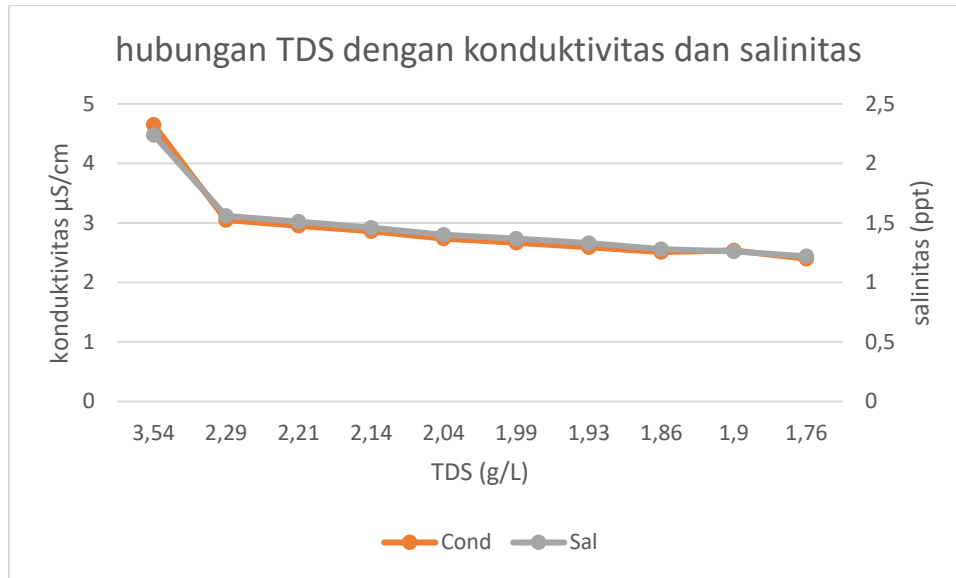


**Gambar 5.** Grafik semen dengan konsentrasi 2,5 g/L hubungan antara konduktivitas, salinitas dan TDS

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara Total Dissolve Solid (TDS) dengan konduktivitas dan salinitas, pada pemberian semen dengan konsentrasi 2,5 g/L. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai TDS, konduktivitas dan salinitas sebelum perlakuan terukur 3,54, 4,65 dan 2,24. Setelah perlakuan penambahan semen dengan konsentrasi 2,5 g/L pada air asam terukur TDS, konduktivitas dan salinitas mengalami penurunan yang konstan. Penurunan TDS yang semula 3,54 mengalami penurunan paling rendah menjadi 1,91 pada hari ke 9, kemudian untuk konduktivitas yang semula 4,65 mengalami penurunan terendah menjadi 2,58 pada hari ke 9, sedangkan salinitas yang paling rendah di dapatkan pada hari ke 9 yang semula 2,24 mengalami penurunan menjadi 1,31. Perubahan TDS diikuti oleh perubahan konduktivitas dan salinitas yang saling berhimpitan. Dengan kata lain penurunan nilai TDS menyebabkan terjadinya penurunan konduktivitas dan salinitas.

Konduktivitas memiliki hubungan dengan salinitas. Salinitas suatu larutan akan menentukan daya hantar (konduktivitas listrik) larutan, dimana konduktivitas listrik merupakan ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik dihantarkan oleh ion-ion didalam larutan sehingga apabila ion yang terkandung dalam larutan tinggi maka, nilai konduktivitasnya juga semakin tinggi.



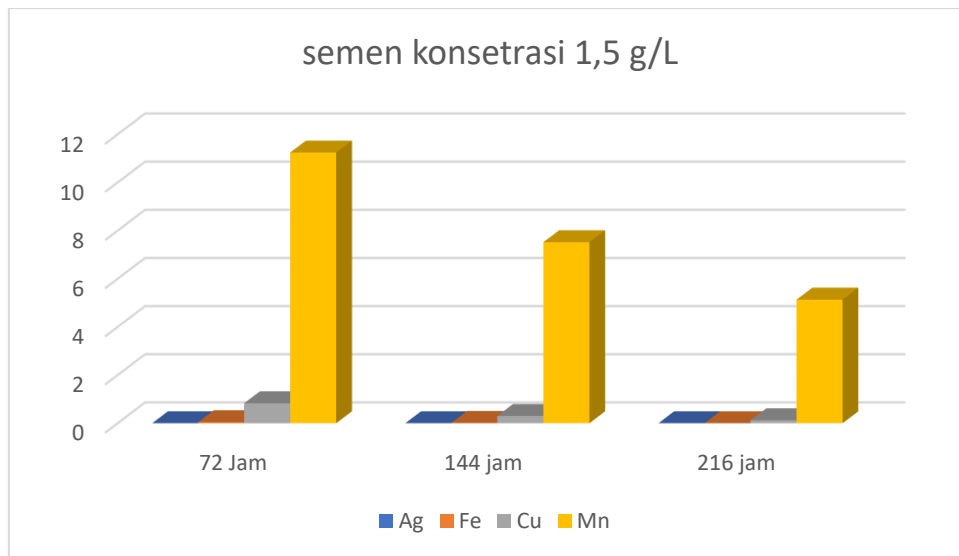


**Gambar 6.** Grafik semen dengan konsentrasi 3,5 g/L hubungan antara konduktivitas, salinitas dan TDS

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara Total Dissolve Solid (TDS) dengan konduktivitas dan salinitas, pada pemberian semen dengan konsentrasi 3,5 g/L. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai TDS, konduktivitas dan salinitas sebelum perlakuan terukur 3,54, 4,65 dan 2,24. Setelah perlakuan penambahan semen dengan konsentrasi 3,5 g/L pada air asam terukur TDS, konduktivitas dan salinitas mengalami penurunan yang konstan. Penurunan TDS yang semula 3,54 mengalami penurunan paling rendah menjadi 1,76 pada hari ke 9, kemudian untuk konduktivitas yang semula 4,65 mengalami penurunan terendah menjadi 2,40 pada hari ke 9, sedangkan salinitas yang paling rendah di dapatkan pada hari ke 9 yang semula 2,24 mengalami penurunan menjadi 1,22. Perubahan TDS diikuti oleh perubahan konduktivitas dan salinitas yang saling berhimpitan. Dengan kata lain penurunan nilai TDS menyebabkan terjadinya penurunan konduktivitas dan salinitas.

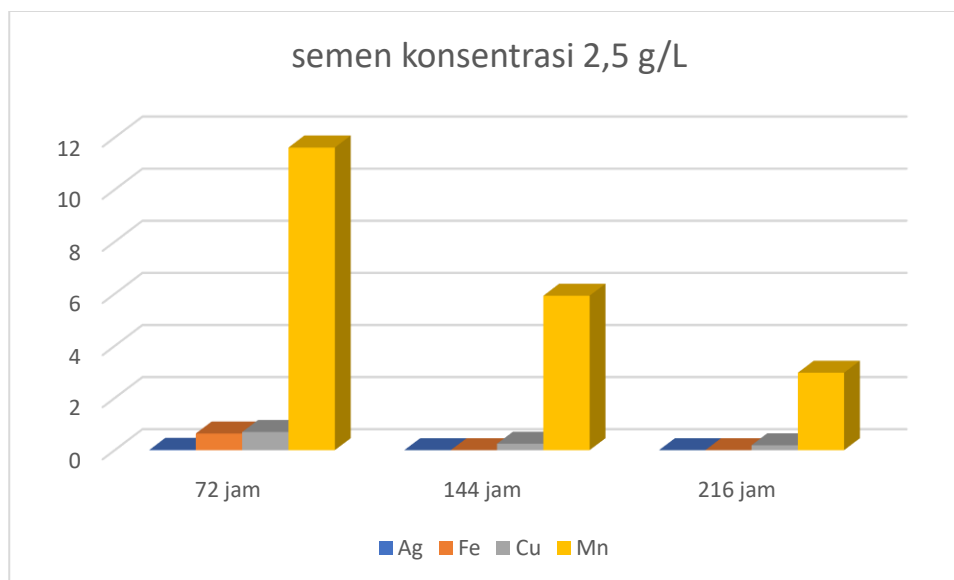
Konduktivitas memiliki hubungan dengan salinitas. Salinitas suatu larutan akan menentukan daya hantar (konduktivitas listrik) larutan, dimana konduktivitas listrik merupakan ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik dihantarkan oleh ion-ion didalam larutan sehingga apabila ion yang terkandung dalam larutan tinggi maka, nilai konduktivitasnya juga semakin tinggi.

C. Diagram Hubungan waktu kontak dan penurunan logam



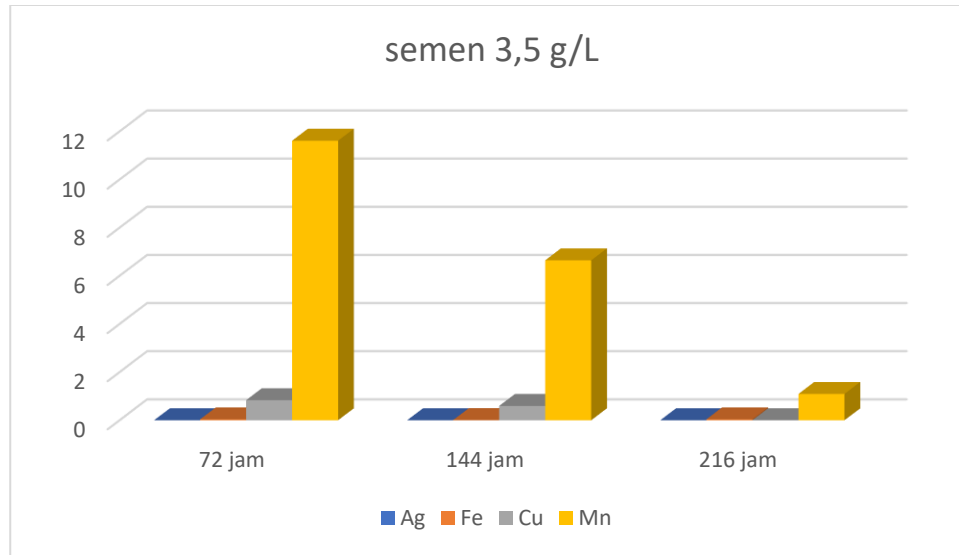
**Gambar 7.** Diagram hubungan antar waktu kontak dan penurunan logam

Pada Gambar 7 menunjukkan hubungan antara waktu kontak dan penurunan logam pada semen dengan konsentrasi 1,5 g/L. Kandungan logam Ag yang terukur pada perlakuan semen 1,5 g/L dari hari ke hari konstan dengan nilai <0,0001 mg/L, sedangkan kandungan logam Fe mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 terukur <0,0002 mg/L, kandungan logam Cu mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 (216 jam ) menjadi 0,1225 mg/L. Kandungan logam Mn memiliki nilai yang tinggi pada hari ke-3 (72 jam) yakni sebesar 11,2464 mg/L mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 yakni menjadi 5,1339 mg/L.



Gambar 8. Diagram hubungan antar waktu kontak dan penurunan logam

Pada Gambar 8 menunjukkan hubungan antara waktu kontak dan penurunan logam pada semen dengan konsentrasi 2,5 g/L. Kandungan logam Ag yang terukur pada perlakuan semen 2,5 g/L pada hari ke-3 terukur 0,0109 mg/L, mengalami penurunan yang konstan pada hari ke-6 dan ke-9 dengan nilai <0,0001 mg/L, sedangkan kandungan logam Fe mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 terukur <0,0002 mg/L, kandungan logam Cu mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 (216 jam) menjadi 0,1899 mg/L. Kandungan logam Mn memiliki nilai yang tinggi pada hari ke-3 (72 jam) yakni sebesar 11,6163 mg/L mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 yakni menjadi 2,9735 mg/L.



Gambar 9. Diagram hubungan antar waktu kontak dan penurunan logam

Pada Gambar 9 menunjukkan hubungan antara waktu kontak dan penurunan logam pada semen dengan konsentrasi 3,5 g/L. Kandungan logam Ag yang terukur pada perlakuan semen 3,5 g/L pada hari ke-3 terukur 0,0002 mg/L, mengalami penurunan yang konstan pada hari ke-6 dan ke-9 dengan nilai <0,0001 mg/L, sedangkan kandungan logam Fe mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-6 terukur 0,0093 mg/L, kandungan logam Cu mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 (216 jam) menjadi 0,0043mg/L. Kandungan logam Mn memiliki nilai yang tinggi pada hari ke-3 (72 jam) yakni sebesar 11,6123 mg/L mengalami penurunan paling rendah pada hari ke-9 yakni menjadi 1,0941 mg/L.

#### IV. Conclusions

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh variasi konsentrasi dan waktu kontak produk semen potrland dapat menurunkan kadar logam terlarut yang ada di dalam air asam tambang dimana semen memiliki sifat alkalin, keberadaan material alkalin dapat menjadi bahan penetral asam, sehingga dapat mengurangi air asam tambang yang terbentuk, semen memiliki sifat pengikat teraktivasi alkali dengan mengandung kapur (CaO) sebanyak 63,1%,  $\text{CO}_3^{2-}$  dari kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) apabila bereaksi dengan ion  $\text{H}^+$  dalam air asam akan membentuk

$\text{H}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{OH}^-$ . Semakin lama adanya kontak antara  $\text{CO}_3^{2-}$  dari kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan ion  $\text{H}^+$  dalam air asam, maka akan mengurangi jumlah ion  $\text{H}^+$  dari air asam itu sendiri, sehingga tingkat keasaman air semakin menurun (pH semakin meningkat).

2. Konsentrasi dan waktu kontak yang paling baik untuk menurunkan kadar logam terlarut dan kenaikan pH di dapatkan pada konsentrasi 3,5 g/L, nilai pH awal air asam tambang sebesar 3,24 mengalami peningkatan pada hari ke 7 menjadi 7,08, sedangkan penurunan kadar logam terlarut (Cu, Ag, Fe, Mn) paling rendah pada konsentrasi 3,5 g/L terjadi pada hari ke 9 yakni logam Ag <0,0001 mg/L, logam Fe 0,0378 mg/L, logam Cu 0,0043 mg/L dan logam Mn 1,0941 mg/L.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahnejad, Z., Pacheco-Torgal, F., dan Aguiar, JL (2014). Compressive Strength and Microstructure Of Hybrid Alkaline Cements. *International Journal of Civil*. Vol 8 (2), 221-227.
- Henny, L., Ajie, G.S., Susanti, E., (2010). Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Sistem “*Passive treatment*”. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V*. Pusat Penelitian Limnologi – LIPI, 331-344.
- Moe'tamar, E. (2011). Penyelidikan logam emas Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusatenggara Barat. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.
- Irawan, S.N., Mahyudin, I., Razie, F., Susilawati. (2016). Kajian Penanggulangan Air Asam Tambang pada Salah Satu Perusahaan Pemegang Ijin Usaha Pertambangan di Desa Lemo, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. *Enviroscienteae*, Vol 1(12), 50-59.
- Skousen, Jeff. (2002). *The American Society of Mining and Reclamation*. ASMR, 3134 Montavesta Rd., Lexington, KY 40502; West Virginia.
- Utomo, M, P., & Laksono, E, W. (2007). Kajian Tentang Proses Solidifikasi / Stabilisasi Logam Berat Dalam Limbah Dengan Semen Portland. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*. Vol 1 (1), 103-109.