

PENANGANAN LIMBAH ION LOGAM Cu^{2+} DENGAN TEKNIK *Brick* BERBAHAN DASAR PASIR DAN SEMEN SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KUALITAS AIR

KURNIAWATI¹, EKO PRABOWO HADISANTOSO^{1*}, DAN VINA AMALIA¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung,
Jl. A. H. Nasution No. 105 Cibiru Kota Bandung

*alamat email korespondensi: ekoph@uinsgd.ac.id

Riwayat Naskah	Abstrak/Abstract
<p>Riwayat Naskah : Diterima pada 22 Mei 2017 Diterima setelah direvisi pada 28 Juni 2017 Diterbitkan pada 30 Juni 2017</p> <p>Kata Kunci: <i>brick</i>; logam Cu^{2+}; pasir; semen; pH</p> <p>Keywords: <i>brick</i>; ion metal Cu^{2+}; sand; cement; pH</p>	<p>Penelitian tentang penanganan limbah cair yang mengandung ion logam Cu^{2+} telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penanganan limbah ion logam Cu^{2+} dengan teknik <i>brick</i> dan menganalisis larutan yang digunakan untuk perendaman <i>brick</i> dengan menggunakan beberapa parameter. Pengamatan dilakukan terhadap pH, DHL, COD, TSS dan kadar logam Cu^{2+} yang terlarut kembali pada larutan perendaman <i>brick</i>. Pembuatan <i>brick</i> dilakukan dengan memvariasikan pasir dengan semen yaitu 1:1, 1:3 dan 3:1 yang dicampurkan dengan model limbah Cu^{2+} sebanyak 12 mL. <i>Brick</i> tersebut kemudian direndam pada larutan berbagai kondisi, yaitu pH 3, pH 5,5, dan pH 7 selama 72 jam. Dari hasil penelitian diperoleh logam Cu^{2+} yang terlarut kembali semakin kecil dengan semakin meningkatnya pH larutan perendaman. Kadar logam Cu^{2+} dengan perbandingan pasir dan semen 1:1, 1:3, dan 3:1 pada larutan pH 3 berturut-turut 0,035, 0,020, dan 0,044 mg/L, sedangkan pada larutan pH 5,5 adalah 0,108, 0,048, dan 0,053 mg/L, dan pada larutan pH 7 adalah 0,006, 0,008 dan 0,007 mg/L. Kadar logam Cu^{2+} yang terlarut kembali untuk larutan perendaman pH 3, pH 5,5, dan pH 7 masih berada dibawah kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan PP No. 28 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, namun terjadi kenaikan pada pH, DHL, dan COD. Sementara kadar TSS masih berada di bawah kadar maksimum yang diperbolehkan.</p> <p><i>Research on treatment of waste water containing metal ions Cu^{2+} has been done. This study aims to see at the effect of waste handling metal ion Cu^{2+} with brick techniques and analyzing the solution used for immersion brick by using several parameters. Observations were made on the pH, DHL, COD, TSS and Cu^{2+} metal content of dissolved into solution immersion brick. Brick were made by varying the sand and cement is 1:1, 1:3 and 3:1 that is mixed with the waste model of Cu^{2+} as much as 12 mL. Brick were then immersed in a solution of a variety of conditions, that is pH 3, pH 5.5, and pH 7 for 72 hours. The results were obtained Cu^{2+} metal dissolved back getting smaller with increasing pH of the solution bath. Cu^{2+} metal content of sand and cement with a ratio of 1:1, 1:3, and 3:1 in a solution of pH 3 respectively 0,035, 0,020, and 0,044 mg/L, whereas at pH 5.5 solution are 0.108, 0.048 and 0.053 mg/L, and the solution pH 7 was 0.006, 0.008, and 0.007 mg/L. Cu^{2+} metal content of dissolved back to the solution bath of pH 3, pH 5.5, and pH is below the maximum allowable levels under PP No. 28 in 2001 about management of Water Quality and Water Pollution Control, but an increase in pH, DHL, and COD. While TSS levels remained below the maximum allowable levels.</i></p>

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kerusakan lingkungan yang akan berdampak pada makhluk hidup lain. Faktor utama pencemaran lingkungan tersebut disebabkan oleh limbah yang berasal dari berbagai kegiatan. Berbagai bentuk kegiatan manusia tidak akan lepas dari limbah. Salah satu kegiatan yang sangat berpotensi menghasilkan limbah adalah kegiatan di laboratorium. Kegiatan di laboratorium ini umumnya menghasilkan limbah yang tidak dapat dibuang langsung ke lingkungan karena

mengandung senyawa-senyawa anorganik yang berupa logam-logam berat seperti tembaga atau Cu yang dapat membahayakan makhluk hidup di sekitarnya apabila tidak dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu [1]. Kadar tembaga yang berlebihan dapat menyebabkan air menjadi berasa jika diminum dan juga dapat menyebabkan kerusakan pada hati. Selain itu kadar tembaga yang tinggi juga dapat menyebabkan korosi pada besi dan aluminium [2].

Oleh karena itu, perlu adanya penanganan khusus dalam mengelola limbah yang mengandung logam-logam berat, terutama limbah yang

dihasilkan dari kegiatan laboratorium. Salah satu cara yang umum dilakukan dalam pengolahan limbah cair yaitu metode presipitasi. Metode presipitasi dalam pengolahan limbah ini telah dilakukan oleh Chanel Tri Handoko, dkk. Pengolahan limbah cair dengan metode presipitasi tersebut berhasil menurunkan kadar logam Cu dalam limbah cair. Namun menimbulkan masalah baru pada endapan yang dihasilkan [3].

Berdasarkan hal tersebut diperlukan adanya metode penanganan limbah yang lebih baik. Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi melalui penelitian, maka dilakukan penanganan limbah cair yang mengandung logam berat dengan

menggunakan teknik *brick*. *Brick* merupakan bata yang dibuat dari adukan pasir dan teras atau semen [4]. Pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan, dan kekerasan pada produk bahan bangunan tanah liat [5]. Sementara semen merupakan bahan yang dapat mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidroaulis. Semen ini sering disebut dengan semen *Portland* [6]. Ketika semen dicampur dengan air, maka terjadi reaksi hidrasi. Reaksi hidrasi tersebut merupakan reaksi antara komponen-komponen semen dengan air. Komponen-komponen semen ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Empat senyawa utama dari semen portland

Nama Oksida Utama	Rumus Empiris	Rumus Oksida	Notasi Pendek	Kadar-Rata-rata (%)
Trikalsium silikat	Ca_3SiO_5	$3\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C_3S	50
Dikalsium silikat	Ca_2SiO_4	$2\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C_2S	25
Trikalsium aluminat	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$	$3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	12
Tetrakalsium aluminoferrit	$\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$	$4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	8

Diharapkan dengan menggunakan teknik *brick* ini logam-logam berat, khususnya Cu^{2+} yang terdapat dalam limbah cair dapat terjerap oleh *brick*, selain itu juga diharapkan dapat mengurangi penggunaan air bersih dalam pembuatan *brick*, sehingga dapat membantu menangani permasalahan limbah cair yang mengandung logam berat dengan memanfaatkannya menjadi produk yang lebih berguna.

EKSPERIMEN

Material

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akua DM, $\text{CuCl}_2.2\text{H}_2\text{O}$ (Merck®), H_2SO_4 98% (Baker Analyzed®), NaOH (Merck®), HCl 36% (Pudak), pasir komersil, dan semen Portland tipe I merk Tiga Roda.

Alat-alat yang digunakan meliputi labu ukur 200, 100, 50, dan 25 mL, gelas kimia 1000, 500, dan 250 mL, spatula, batang pengaduk, pipet ukur 5 mL, saringan 80 mesh, oven, filler, lumpang dan alu.

Instrumentasi

Instrumen yang digunakan meliputi neraca analitik *Mettler Toledo ME204E*, pH meter, konduktimeter, kolorimeter *HACH DR/590*, *X-ray fluorescence* (XRF) *Thermo Scientific ARL 9900*, dan AAS *Agilent Technologies 200 Series AA*.

Prosedur Kerja

Penelitian ini meliputi empat tahap, yaitu pembuatan model limbah Cu^{2+} 1000 mg/L, karakterisasi pasir, pembuatan *brick* dan perendaman *brick*, dan analisis kualitas air hasil perendaman *brick*.

Pembuatan model limbah Cu^{2+} 1000 mg/L dilakukan dengan melarutkan sebanyak 1,3412 g $\text{CuCl}_2.2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam 500 mL akua DM.

Pasir dikarakterisasi dengan menggunakan XRF. Sebanyak 1 g sampel pasir ditimbang, kemudian dipadatkan ke dalam sampel *holder* dari alat XRF. Selanjutnya dianalisis dengan menggunakan XRF.

Pembuatan *brick* dilakukan dengan mencampurkan pasir (yang telah diayak dengan ayakan 80 mesh) dan semen (dengan perbandingan 1:1 ; 1:3 ; 3:1) dan dicampurkan dengan larutan model limbah Cu^{2+} 1000 mg/L sebanyak 12 mL. Adonan *brick* dicetak dalam wadah berukuran 3×3×3 cm dan didiamkan selama 24 jam sampai mengeras. Setelah terbentuk *brick* kemudian dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 24 jam. *Brick* yang sudah kering direndam dalam larutan dengan tiga kondisi pH yang berbeda, yaitu larutan pH 3, larutan pH 5,5 dan larutan pH 7. Perendaman dilakukan selama 72 jam dengan volume larutan 250 mL.

Larutan hasil dari perendaman *brick* dianalisis berdasarkan beberapa parameter kualiasi air meliputi pengukuran pH, DHL, COD, TSS, dan kadar logam Cu^{2+} yang terlarut kembali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia dalam Pasir

Dalam pembuatan *brick* tersusun dari tiga bahan utama, yaitu semen, agregat halus (pasir) dan air. Untuk mendapatkan kualitas *brick* yang baik, maka sifat serta karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu diketahui. Kandungan unsur-unsur dari pasir yang digunakan dapat diketahui dengan melakukan karakterisasi menggunakan XRF. Karakterisasi merupakan suatu metode yang dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang komposisi, struktur dan cacat dari suatu material yang diuji dengan atau tanpa menimbulkan kerusakan pada sampel. Dari hasil pengujian dengan menggunakan XRF dapat diketahui unsur-unsur kimia yang terdapat dalam pasir berikut dengan komposisinya, seperti terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kandungan unsur-unsur kimia dalam pasir

No	Oksida	Satuan	Jumlah
1	SiO ₂	%	55,88
2	TiO ₂	%	0,489
3	Al ₂ O ₃	%	16,70
4	Fe ₂ O ₃	%	8,98
5	MnO	%	0,168
6	CaO	%	8,46
7	MgO	%	3,17
8	Na ₂ O	%	2,29
9	K ₂ O	%	1,45
10	P ₂ O ₅	%	0,236
11	SO ₃	%	0,0260
12	LOI	%	1,37

Dari hasil XRF dapat diketahui kandungan SiO₂ dalam pasir yaitu 55,88%. Kandungan senyawa SiO₂ dalam pasir mempengaruhi proses pengerasan maupun peningkatan kuat tekan pada *brick*. Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa semakin tinggi kandungan SiO₂, maka kuat tekan *brick* juga akan semakin tinggi. Namun ketika perbandingan pasir yang ditambahkan pada *brick* berlebihan maka akan menurunkan kuat tekan dari *brick*. Hal ini akan berpengaruh terhadap kadar TSS. Semakin rendah kuat tekan *brick*, maka kadar TSS dari larutan perendaman *brick* akan semakin meningkat.

Kandungan SiO₂ dalam pasir juga berpengaruh terhadap pengikatan logam. SiO₂ dalam pasir dapat mengikat ion logam Cu²⁺. Ion yang bermuatan negatif pada SiO₂ akan berikatan dengan ion Cu²⁺. Semakin besar kandungan SiO₂ dalam pasir maka kemampuan pasir untuk mengikat ion Cu²⁺ juga semakin besar [7].

Pembuatan dan Perendaman Brick

Pembuatan *brick* dilakukan dengan mencampurkan pasir dan semen serta air. Pasir yang telah dihaluskan, diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh. Mesh merupakan banyaknya lubang dalam 1 inchi persegi, dimana 1 inchi persegi sama dengan 2,54 cm. Sehingga 80 mesh berarti terdapat 80 lubang dalam 1 inchi persegi. Tujuan dari pengayakan adalah untuk menyeragamkan ukuran pasir, sehingga ketika dicampurkan dengan semen akan terbentuk campuran yang homogen. Campuran antara pasir, semen dan model limbah Cu²⁺ 1000 mg/L dibuat dalam 3 variasi dan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan komposisi pasir, semen, dan model air limbah Cu²⁺ 1000 ppm

No	Perbandingan (pasir:semen)	Massa pasir (gram)	Massa semen (gram)	V Cu ²⁺ 1000 mg/L (mL)
1	1 : 1	25	25	12
2	1 : 3	12,5	37,5	12
3	3 : 1	37,5	12,5	12

Selain dibuat dalam 3 variasi perbandingan *brick*, dibuat juga *brick* perbandingan 1 : 1 dengan menggunakan pelarut akua DM sebagai kontrol. Model limbah yang digunakan merupakan larutan Cu²⁺ dengan konsentrasi 1000 mg/L. Model limbah dibuat dengan konsentrasi 1000 mg/L disesuaikan dengan konsentrasi limbah cair di laboratorium. Pencampuran dengan menggunakan model limbah Cu²⁺ 1000 mg/L bertujuan untuk mengetahui kemampuan *brick* dalam mengikat logam Cu²⁺. Reaksi antara semen, pasir dengan model limbah Cu²⁺ akan membentuk pasta semen. Semen merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat hidraulis, sehingga ketika dicampurkan dengan air dalam jumlah tertentu akan mengikat bahan-bahan lainnya menjadi satu kesatuan massa yang dapat memadat dan mengeras [8].

Adonan *brick* yang telah dicetak dalam cetakan dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam sampai mengeras. Waktu pengikatan serta pengerasan *brick* dipengaruhi oleh suhu disekitar. *Brick* yang telah mengeras dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 24 jam. Proses pengeringan dengan menggunakan oven bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa pada *brick*. Suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi karena dikhawatirkan *brick* akan mengalami perubahan bentuk atau mengalami keretakan.

Massa *brick* yang telah dikeringkan ditimbang dan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Perendaman *brick* dilakukan dengan menggunakan larutan dengan tiga kondisi pH, yaitu pH 3, pH 5,5, dan pH 7. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengikatan logam Cu^{2+} oleh *brick* pada berbagai kondisi pH perendaman *brick*. pH 3 mewakili lingkungan dengan kondisi asam, pH 5,5 merupakan pH akua DM, sementara pH 7 mewakili lingkungan dengan kondisi yang netral. Untuk menurunkan dan menaikkan pH larutan digunakan HCl dan NaOH sampai diperoleh pH yang sesuai. Waktu perendaman *brick* dilakukan selama 72 jam.

Tabel 4. Massa *brick* yang telah dikeringkan

No	Perbandingan <i>Brick</i> (pasir:semen)	Massa <i>Brick</i> Larutan		
		pH 3	pH 5,5	pH 7
1	1 : 1*	52,1990	52,1517	51,2455
2	1 : 1	52,5961	52,6246	52,5244
3	1 : 3	53,5928	52,9328	53,4035
4	3 : 1	51,1101	51,2121	51,2701

Ket: 1:1* adalah *brick* kontrol yang dibuat tanpa menggunakan model limbah Cu^{2+}

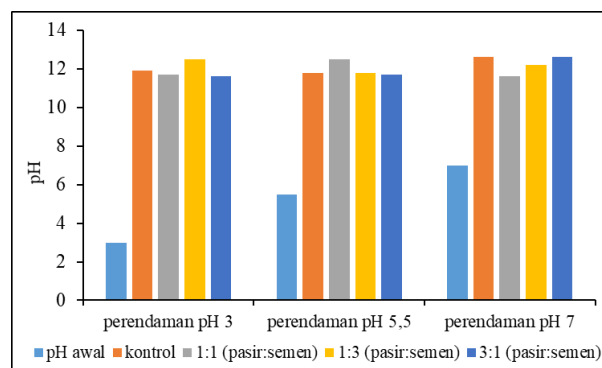
Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa semakin banyak perbandingan semen yang digunakan, maka massa *brick* akan semakin meningkat. Massa *brick* yang paling tinggi yaitu pada perbandingan 1 : 3 (pasir : semen), sementara massa *brick* yang paling rendah yaitu perbandingan 3 : 1 (pasir : semen). Peningkatan massa *brick* ini dipengaruhi oleh faktor air semen atau perbandingan air terhadap semen. Semakin kecil nilai faktor air semen, maka adonan *brick* semakin kental dan kaku. Sebaliknya semakin besar nilai faktor air semen, maka adonan *brick* semakin encer dan semakin sulit untuk mengikat agregat.

Perbandingan Kualitas Air Sebelum dan Sesudah Perendaman Brick

Perbandingan kualitas air dilakukan pada akua DM sebelum perendaman *brick* serta larutan hasil perendaman *brick* dengan berbagai kondisi pH. Analisis yang dilakukan berdasarkan beberapa parameter kualitas air yaitu pengukuran pH, pengukuran DHL, penentuan kadar COD, penentuan kadar TSS serta penentuan kadar logam Cu^{2+} yang terlarut kembali setelah perendaman *brick*.

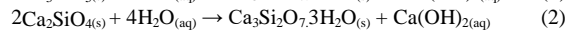
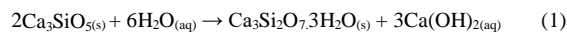
Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter dengan larutan buffer pH 4 dan pH 7 untuk mengkalibrasi alat. Larutan hasil perendaman *brick* dengan berbagai kondisi pH yang berbeda mengalami kenaikan pH yang cukup tinggi dibandingkan dengan pH akua DM sebelum perendaman yaitu 5,5. Hal ini menunjukkan kondisi larutan perendaman *brick* menjadi bersifat basa.

Kenaikan pH larutan setelah perendaman *brick* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. pH larutan hasil perendaman *brick*

Penyebab dari kenaikan pH tersebut karena adanya reaksi hidrasi antara air dengan senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen. Hidrasi antara Ca_2SiO_4 dan Ca_3SiO_5 yang merupakan kandungan dari semen akan bereaksi dengan air dan menghasilkan senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan kalsium silikat hidrat ($\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).

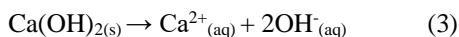


Pada saat proses perendaman *brick*, senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan keluar dari *brick*. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan terionisasi menjadi Ca^{2+} dan OH^- . Hal inilah yang menyebabkan meningkatnya nilai pH pada larutan perendaman *brick* atau menyebabkan kebiasaan pada larutan.

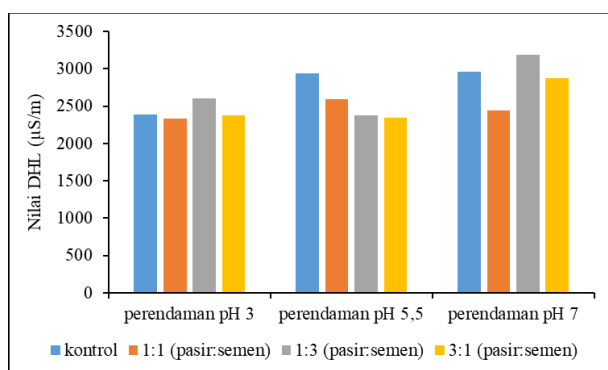
Penentuan DHL dilakukan berdasarkan SNI 06-6966.1-2001 dengan menggunakan alat konduktimeter. DHL diukur dengan elektroda konduktimeter dengan menggunakan larutan KCl sebagai larutan baku pada 25 °C. Dalam penelitian ini kenaikan nilai DHL sangat signifikan. Nilai DHL dari akua DM sebelum dilakukan perendaman *brick* yaitu 0,431 $\mu\text{S}/\text{m}$. Namun setelah dilakukan perendaman *brick*, nilai DHL dari larutan pH 3, pH 5,5 maupun pH 7 mengalami peningkatan cukup tinggi. Kenaikan DHL pada larutan setelah perendaman *brick* dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Penyebab dari kenaikan DHL karena adanya ion-ion Ca^{2+} yang berasal dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang merupakan hasil hidrasi dari senyawa Ca_2SiO_4 dan Ca_3SiO_5 . Senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang dihasilkan dari proses hidrasi akan keluar dari *brick* dan akan terionisasi, sehingga menyebabkan konsentrasi ion-ion dalam larutan meningkat. Konsentrasi dari ion-ion terlarut dapat mempengaruhi nilai DHL. Semakin banyak konsentrasi ion-ion terlarut yang terkandung dalam air, maka akan meningkatkan nilai DHL dari larutan tersebut. Peningkatan nilai DHL ini juga sebanding dengan peningkatan pH

larutan perendaman *brick*. Hal ini dikarenakan adanya proses ionisasi dari Ca(OH)_2 .



Selain dipengaruhi oleh Ca(OH)_2 , kenaikan nilai DHL pada larutan hasil perendaman *brick* juga dipengaruhi oleh ion-ion lainnya yang ikut menyumbang nilai DHL. Kandungan senyawa alkali dalam semen juga dapat berpengaruh pada nilai DHL. Proses keluarnya Ca(OH)_2 dari dalam *brick* ke dalam larutan perendaman *brick* merupakan suatu proses difusi. Difusi ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi antara *brick* dan larutan perendaman *brick*. Konsentrasi Ca(OH)_2 yang tinggi pada *brick* akan bergerak ke dalam larutan perendaman *brick* dan lepas sebagai ion Ca^{2+} dan OH^- . Proses difusi pada *brick* ini dipengaruhi oleh ukuran partikel penyusun *brick*. Semakin kecil ukuran partikel, maka proses difusi akan semakin cepat.



Gambar 2. Nilai DHL larutan hasil perendaman *brick*

Senyawa Ca_2SiO_4 dan Ca_3SiO_5 merupakan kandungan dari semen, sehingga semakin tinggi perbandingan semen dalam pembuatan *brick*, maka akan semakin tinggi pula kandungan Ca_2SiO_4 dan Ca_3SiO_5 dalam *brick*. Tingginya kandungan Ca_2SiO_4 dan Ca_3SiO_5 mengakibatkan semakin banyaknya Ca(OH)_2 yang terbentuk akibat reaksi hidrasi. Hal ini berakibat pada banyaknya ion-ion Ca^{2+} hasil dari ionisasi. Pengaruh perbandingan semen pada kenaikan nilai DHL dapat dilihat pada **Gambar 2**. Kenaikan nilai DHL tertinggi terjadi pada pH 7 dengan perbandingan *brick* 1 : 3 dengan nilai 3188 $\mu\text{S/m}$. Sementara kenaikan nilai DHL paling rendah terjadi pada larutan pH 3 dengan nilai DHL 2332 $\mu\text{S/m}$.

Pada analisis COD metode yang digunakan adalah metode kolorimetri berdasarkan IK-5.4.1. Senyawa organik dan anorganik, terutama senyawa organik dalam sampel dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ menghasilkan Cr^{2+} . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksidan (O_2 mg/L) dan diukur secara kolorimetri.

Nilai COD awal dari akua DM yang digunakan adalah sebesar 270 mg/L. Nilai tersebut rata-rata mengalami penurunan setelah dilakukan perendaman *brick*, baik untuk larutan pH 3, pH 5,5 maupun pH 7. Data hasil analisis kadar COD pada larutan setelah perendaman *brick* dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Nilai COD larutan hasil perendaman *brick*

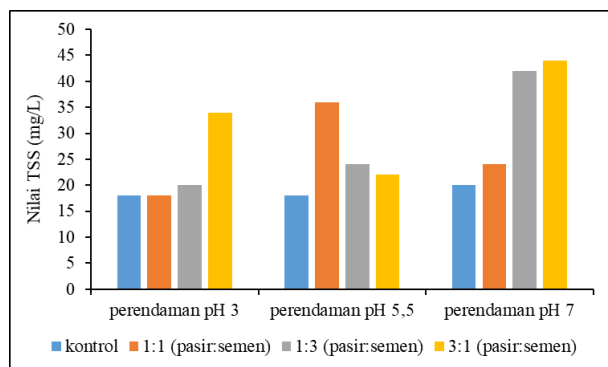
No	Perbandingan Brick (Pasir : Semen)	Nilai COD Setelah Perendaman Brick (mg/L)		
		pH Larutan 3	pH Larutan 5,5	pH Larutan 7
1	Akua DM		270	
2	1 : 1*	145	715	165
3	1 : 1	14	6	4
4	1 : 3	14	12	165
5	3 : 1	510	95	90

Ket: 1:1* adalah *brick* kontrol yang dibuat tanpa menggunakan model limbah Cu^{2+}

Penurunan kadar COD tersebut dikarenakan adanya Ca(OH)_2 yang merupakan hasil dari proses hidrasi antara senyawa-senyawa yang terkandung dalam semen dengan air. Berdasarkan prinsip presipitasi (pengendapan), senyawa Ca(OH)_2 merupakan senyawa yang sering digunakan dalam proses presipitasi, dimana Ca(OH)_2 ini dapat mengubah zat organik di dalam larutan menjadi zat tersuspensi. Zat tersuspensi organik pada larutan ikut mengendap bersama dengan zat anorganik pada saat proses presipitasi oleh Ca(OH)_2 , sehingga kadar COD dalam larutan juga ikut berkurang. Namun pada perbandingan 3 : 1 larutan pH 3 mengalami peningkatan nilai COD sebesar 510 mg/L dan pada perbandingan 1 : 1* larutan pH 5,5 mengalami peningkatan nilai COD sebesar 510 mg/L.

Penentuan *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 secara gravimetri. Prinsip dari metode ini adalah sampel disaring dengan menggunakan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103 °C sampai dengan 105 °C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS).

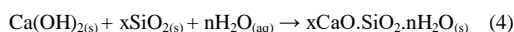
Dalam penelitian ini nilai TSS dari larutan hasil perendaman *brick* untuk beberapa perbandingan mengalami peningkatan, baik pada larutan dengan kondisi pH 3, pH 5,5 maupun pH 7. Kenaikan nilai TSS ini dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Nilai TSS larutan hasil perendaman *brick* (mg/L)

Kandungan senyawa SiO_2 dalam pasir dapat mempengaruhi kuat tekan dari *brick*. Semakin tinggi kandungan SiO_2 , maka kuat tekan *brick* juga akan semakin tinggi. Namun ketika jumlah pasir yang ditambahkan berlebihan akan mempengaruhi keretakan dari *brick*. Senyawa SiO_2 dalam campuran *brick* yang berlebih dapat menurunkan kuat tekan dari *brick* yang berakibat pada keretakan *brick*. Semakin berlebih kadar SiO_2 maka tingkat keretakan *brick* akan semakin meningkat, sehingga nilai TSS dari perendaman *brick* juga ikut meningkat.

Senyawa SiO_2 akan bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang merupakan hasil dari proses hidrasi semen dan akan menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat ($\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Kandungan dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang semakin berkurang akan menambah kepadatan pada *brick*. Sementara senyawa $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ yang merupakan hasil rekasi akan memberikan kekerasan pada *brick*, sehingga kuat tekan dari *brick* akan semakin meningkat. Reaksi pengikatan senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oleh SiO_2 berlangsung sebagai berikut :

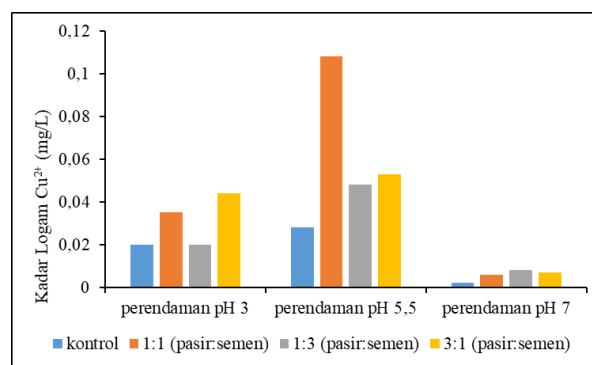


Senyawa SiO_2 merupakan oksida pembentuk Ca_3SiO_5 dan Ca_2SiO_4 . Kedua senyawa tersebut merupakan komponen utama yang terkandung dalam semen. Ketika Ca_3SiO_5 dan Ca_2SiO_4 bereaksi dengan air maka akan terjadi proses hidrasi yang akan kembali membentuk senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Dari **Gambar 3** dapat dilihat perbandingan *brick* 3 : 1 (pasir : semen) untuk larutan pH 3 dan pH 7 mengalami peningkatan nilai TSS paling tinggi. Peningkatan nilai TSS tersebut dipengaruhi oleh peningkatan jumlah pasir yang digunakan pada perbandingan *brick*.

Penentuan kadar logam Cu^{2+} yang terlarut kembali pada proses perendaman *brick* dianalisis dengan menggunakan instrumen AAS. Sebelum

dilakukan analisis sampel terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva kalibrasi yang bertujuan untuk mengetahui linieritas hubungan antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansinya agar diperoleh hasil akurat dalam analisis sampel. Proses pengikatan ion logam Cu^{2+} terjadi pada saat pembuatan *brick*. *Brick* merupakan campuran antara semen, pasir dan air. Kandungan SiO_2 dalam pasir yang cukup tinggi dapat mengikat ion logam Cu^{2+} . Pengikatan ion logam Cu^{2+} oleh SiO_2 dapat dilihat dari larutan hasil perendaman *brick*, dimana ion logam Cu^{2+} yang terlarut kembali konsentrasinya sangat kecil dibandingkan dengan konsentrasi awal saat pencampuran *brick* yaitu 1000 mg/L. Kadar logam Cu^{2+} yang terlarut berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Kadar logam Cu^{2+} pada larutan hasil perendaman *brick* (mg/L)

Banyaknya mol dalam 12 mL Cu^{2+} 1000 mg/L yang digunakan untuk pembuatan *brick* atau mol yang terikat dalam *brick* adalah sebanyak $1,872 \times 10^{-4}$ mol. Sementara untuk persen Cu^{2+} yang terikat oleh *brick* dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Persen mol Cu^{2+} yang terikat oleh *brick*

No	Perbandingan <i>Brick</i> (pasir:semen)	Persen Mol Cu^{2+} dalam Larutan Perendaman <i>Brick</i>		
		pH 3	pH 5,5	pH 7
1	1 : 1*	99,96%	99,94%	99,99%
2	1 : 1	99,93%	99,77%	99,99%
3	1 : 3	99,96%	99,90%	99,98%
4	3 : 1	99,91%	99,89%	99,98%

Ket: 1:1* adalah *brick* kontrol yang dibuat tanpa menggunakan model limbah Cu^{2+}

Jika dibandingkan dengan kontrol, maka persen tertinggi mol Cu^{2+} yang terikat oleh *brick* adalah pada larutan perendaman dengan pH 7 pada perbandingan 1 : 1. Hal ini juga ditunjukkan dengan mol Cu^{2+} dalam larutan hasil perendaman *brick*, dimana mol terkecil adalah pada larutan perendaman dengan pH 7 pada perbandingan 1 : 1 dengan nilai $0,2360 \times 10^{-7}$ mol. Namun tidak ada

perbedaan yang cukup signifikan untuk tiap perbandingan *brick* dalam pengikatan logam Cu^{2+} oleh *brick*.

Ion yang bermuatan negatif pada SiO_2 yang terdapat dalam pasir akan berikatan dengan ion Cu^{2+} dan membentuk CuO . Semakin tinggi kandungan SiO_2 dalam pasir, maka kemampuan pasir untuk mengikat logam Cu^{2+} juga semakin tinggi. Selain dipengaruhi oleh kadar SiO_2 , kelarutan kembali logam Cu^{2+} juga dipengaruhi oleh pH larutan perendaman. Penurunan terkecil kadar logam Cu yang terlarut kembali terjadi pada larutan perendaman pH 7.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 28 tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pH larutan hasil perendaman *brick* telah berada di atas baku mutu, baik untuk kriteria air golongan I, II, III maupun golongan IV, dimana pH untuk air golongan I, II dan III yaitu 6-9, sementara pH air golongan IV yaitu 5-9. Nilai COD dari larutan perendaman *brick* yang kurang dari 10 mg/L masih berada di bawah kadar maksimum untuk air golongan I, nilai COD kurang dari 25 mg/L berada di bawah kadar maksimum untuk air golongan II, nilai COD kurang dari 50 mg/L berada di bawah kadar maksimum untuk air golongan III, nilai COD kurang dari 100 mg/L berada di bawah kadar maksimum untuk air golongan IV. Nilai maksimum TSS yang masih diperbolehkan untuk air golongan I dan II adalah 50 mg/L, sementara untuk air golongan III dan IV adalah 400 mg/L. Kadar maksimum untuk logam Cu pada air golongan I, II dan III adalah 0,02 mg/L, sementara untuk air golongan IV adalah 0,2 mg/L. Kadar logam Cu^{2+} untuk larutan hasil perendaman *brick* tersebut masih berada di bawah baku mutu. Sementara berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 20 tahun 1990, tentang Pengendalian Pencemaran Air, daya hantar listrik dari larutan hasil perendaman *brick* berada di atas baku mutu air untuk kriteria air golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian serta usaha perkotaan, industri dan pembangkit listrik tenaga air. Kadar maksimum untuk air golongan D adalah 22,5 $\mu\text{S}/\text{m}$. Oleh karena itu diperlukan penanganan lebih lanjut untuk menurunkan nilai pH, DHL dan COD dari larutan perendaman *brick* ini.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan teknik *brick* terbukti dapat menangani limbah cair terutama yang mengandung ion logam Cu^{2+} , hal ini terbukti

dengan efektifitas pengikatan Cu^{2+} oleh *brick* yang mencapai 99,99%.

2. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, konsentrasi Cu^{2+} yang terlarut kembali dalam larutan hasil perendaman *brick* berada dibawah kadar maksimum yang diperbolehkan, namun nilai pH, DHL dan COD masih berada di atas kadar maksimum yang diperbolehkan, sementara untuk TSS masih berada di bawah kadar maksimum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing serta mendukung selama proses penelitian dan penyusunan jurnal ini.

REFERENSI

- [1] Mia Azamia, "Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi," Universitas Indonesia, Depok, Skripsi 2012.
- [2] Hefni Effendi, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta, Indonesia: Kanisius, 2003.
- [3] Chanel Tri Handoko, Tri Budi Yanti, Halimatus Syadiyah, and Siti Marwati, "Penggunaan Metode Presipitasi untuk Menurunkan Kadar Cu dalam Limbah Cair Industri Perak di Kota Gede," *Jurnal Penelitian Saintek*, vol. 18, oktober 2013.
- [4] *Kamus Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [5] Mei Indra Kusuma, Tarkono, and M Badaruddin, "Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kekuatan Tekan dan Porositas Genteng Tanah Liat Kabupaten Pringsewu," *Jurnal FEMA*, vol. 1, Januari 2013.
- [6] Aris Sutrisno and Slamet Widodo, "Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice," *Jurnal teknik Sipil*.
- [7] Dwimas Shoni Pambudi, "Pemanfaatan Pasir Laut Teraktivasi H_2SO_4 dan Tersulut Fe_2O_3 sebagai Adsorben Ion Logam $\text{Cu}(\text{II})$ dalam

- Larutan , " Universitas Negeri Semarang, Semarang, Skripsi 2013.
- [8] Apriyadi Firdaus, "Proses Pembuatan Semen pada PT. Holcim Indonesia tbk," Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Skripsi 2007.
- [9] Michel Michaux, Erik Nelson, and Benoit Vidick, "Cement Chemistry and Additives," vol. 1.