

PENGARUH RANCANGAN *RECYCLE UNIT* PADA OUTLET INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) TERHADAP PERUBAHAN PARAMETER AIR LIMBAH

Nurhayati¹, Gusvadilah², Aristya Wahyu Murdiana³

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Satya Negara Indonesia

Email : nng_nur@yahoo.com

ABSTRAK

Saat ini, krisis air bersih mulai dirasakan masyarakat, khususnya masyarakat kota. Untuk itu, solusi yang harus dilakukan adalah penggunaan air yang efisien dan mendaur ulang limbah dari buangan air limbah industri merupakan alternatif yang terbaik. Hasil analisis pengelolaan air limbah domestik di IPAL PT Komatsu Indonesia ternyata beberapa parameter air buangannya tidak memenuhi persyaratan air bersih, sehingga perlu ditambahkan unit pengolahan lainnya yaitu penambahan recycle unit yang terdiri dari filter zeolit aktif, filter karbon aktif, *filter bag* dan ultrafiltrasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan *recycle unit* dapat menurunkan beberapa parameter air limbah yaitu TDS, zat organik, besi dan mangan dalam air limbah. Perbandingan hasil analisa air *effluent* dengan analisa air PAM dapat disimpulkan bahwa air beberapa parameter air *effluent* hasilnya lebih baik dibandingkan parameter air PAM, parameter tersebut adalah pH, zat organik dan besi.

Kata kunci : Daur ulang air limbah, *recycle unit*, air bersih, penelitian evaluatif.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, industri semakin berkembang khususnya di perkotaan. Dalam menjalankan kegiatannya, industri banyak membutuhkan air bersih yang umumnya diambil dari tanah dan air dari perusahaan air minum (PAM). Konsumsi air yang tidak terkontrol selama ini mengakibatkan kurangnya persediaan air yang dibutuhkan makhluk hidup. Sekarang ini, krisis air bersih mulai dirasakan masyarakat, khususnya masyarakat kota. Untuk itu, solusi yang harus dilakukan adalah penggunaan air yang efisien, dan mendaur ulang limbah dari buangan air limbah industri merupakan alternatif yang terbaik. Air limbah adalah gabungan atau campuran dari air dan bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi, yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, dan perdagangan), dan sumber industri. (Soeparmen, 2001).

Air limbah yang harus dibuang dari suatu daerah pemukiman terdiri dari : (1) air limbah rumah tangga (yang juga disebut saniter), yaitu air limbah dari daerah perumahan serta sarana – sarana komersial, institusional dan yang serupa dengan itu; (2) air limbah industri yaitu bila bahan – bahan buangan industri merupakan bagian terbesar; (3) air resapan/aliran masuk yaitu air dari luar yang masuk ke dalam sistem pembuangan dengan berbagai cara, serta air hujan yang tercurah dari sumber – sumber seperti talang dan drainasi pondasi; dan (4) air hujan yaitu hasil dari aliran curah hujan. (Mahida,Linsley.R. 1991).

Limbah rumah tangga adalah limbah yang berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga dan kotoran manusia. (Putra,Y., 2004). Kotoran-kotoran itu merupakan campuran yang rumit dari zat-zat bahan mineral dan organik dalam banyak bentuk, termasuk partikel-partikel besar dan kecil benda padat, sisa-sisa bahan-bahan larutan dalam keadaan terapung dan dalam bentuk koloid dan setengah koloid. (Mahida,U.N., 1984).

Pada umumnya urutan proses dalam teknologi pengolahan limbah domestik terdiri dari proses penyaringan, pengendapan, netralisasi, aerasi, filtrasi dan penghancuran. Proses ini dapat dilakukan pada metode fisika, metode kimia maupun metode biologi. Kalau pengendapan dengan sistem fisika tidak berlangsung dengan baik, maka pengendapan dapat dilanjutkan dengan proses kimia atau

proses biologi. Air limbah mengakibatkan badan penerima menjadi kotor dan senyawa – senyawa pencemar yang terkandung membahayakan terhadap lingkungan. Senyawa - senyawa yang terkandung dalam limbah bila melebihi kadar yang ditentukan menyebabkan air tidak dapat dipergunakan untuk keperluan sebagaimana mestinya. (Ginting,P., 2007).

Saat ini sudah banyak industri yang telah sadar untuk mengelola limbahnya dengan baik, tetapi ada pula industri yang belum memiliki kesadaran untuk mengelola limbah yang dihasilkan dengan baik, terutama dalam mengelola air limbah domestik yang dihasilkan setiap harinya karena dianggap kurang berbahaya, tidak seperti limbah cair kimia yang bahayanya sudah lebih jelas. Padahal air limbah domestik di wilayah Jakarta telah memberikan kontribusi pencemaran pada badan-badan air (air tanah, sungai, waduk, laut, dll) sebesar 70% - 75%. Sedangkan perkiraan potensi pencemaran air limbah domestik tanpa terolah sejak tahun 2001-2004. Setiap tahun dapat dilihat semakin besarnya potensi pencemaran air limbah domestik. Untuk itu di perlukan perhatian dan penanganan khusus terhadap air limbah domestik tersebut. Salah satu solusi untuk menangani banyaknya air limbah domestik saat ini adalah dengan menggunakan peralatan untuk mendaur ulang kembali air limbah domestik agar dapat digunakan sebagai kebutuhan atau konsumsi air sehari-hari, peralatan tersebut dikenal dengan istilah “*Recycle unit*”. Peralatan yang digunakan sebagai *recycle unit* bermacam-macam, hal tersebut disesuaikan dengan karakteristik air limbah domestik yang akan diolah. Diharapkan hasil dari proses daur ulang air limbah domestik dengan menggunakan *recycle unit* dapat menjadi air bersih.

Perumusan Masalah

Hasil analisis pengelolaan air limbah domestik di IPAL PT Komatsu Indonesia ternyata beberapa parameter air buangannya tidak memenuhi persyaratan air bersih, sehingga perlu ditambahkan unit pengolahan lainnya yaitu penambahan *recycle unit*, diharapkan setelah penambahan *recycle unit* parameter air buangan dapat memenuhi standar baku mutu air bersih agar dapat digunakan sebagai kebutuhan atau konsumsi air sehari-hari.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan kajian proses daur ulang air limbah dengan penambahan *recycle unit* yang terdiri dari filter zeolit aktif, filter karbon aktif, *filter bag* dan ultrafiltrasi untuk menghasilkan air bersih. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengkaji seberapa efektif *recycle unit* bekerja dalam proses daur ulang air limbah domestik, serta mengetahui parameter apa saja yang terpengaruh setelah adanya *recycle unit*.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada skripsi ini adalah penelitian evaluatif. Penelitian evaluatif pada dasarnya merupakan bagian dari penelitian terapan namun tujuannya dapat dibedakan dari penelitian terapan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengukur keberhasilan suatu program, produk atau kegiatan tertentu (Danim, 2000). Penelitian ini diarahkan untuk menilai keberhasilan manfaat, kegunaan dan kelayakan suatu kegiatan dari suatu unit / lembaga tertentu. Penelitian evaluatif dapat menambah pengetahuan tentang kegiatan dan dapat mendorong penelitian atau pengembangan lebih lanjut, serta membantu para pimpinan untuk menentukan kebijakan (Sukmadinata, 2005). Penelitian evaluatif dapat dirancang untuk menjawab pertanyaan, menguji, atau membuktikan hipotesis. Makna evaluatif menunjuk pada kata kerja yang menjelaskan sifat suatu kegiatan, dan kata bendanya adalah evaluasi. Penelitian evaluatif menjelaskan adanya kegiatan penelitian yang sifatnya mengevaluasi terhadap sesuatu objek, yang biasanya merupakan pelaksanaan dan rencana.

Perencanaan

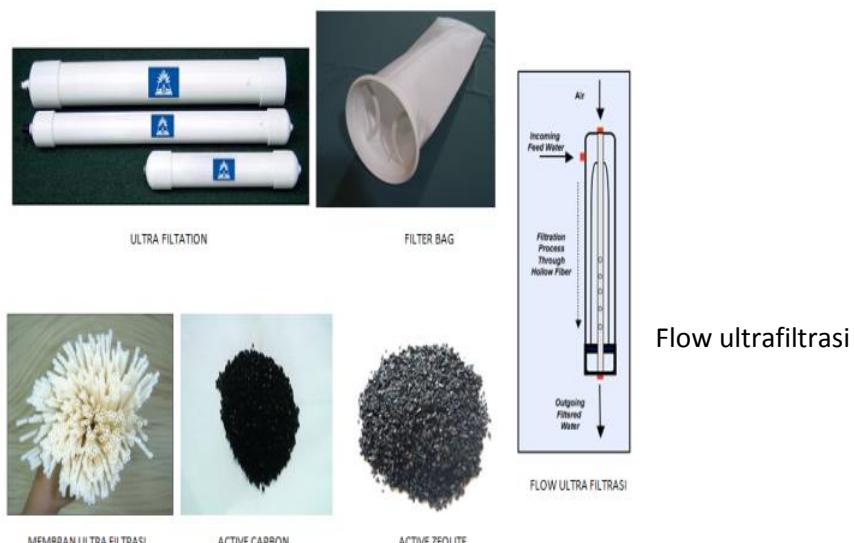
Kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini adalah sebagai berikut : penyusunan rancangan penelitian, penetapan tempat penelitian, penetapan baku mutu air bersih sesuai peraturan pemerintah dan perancangan alat penelitian.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengelolaan air limbah domestik berada di PT Komatsu Indonesia di area Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT Komatsu Indonesia. Waktu pelaksanaan penelitian selama 4 (empat) bulan dimulai pada bulan Maret sampai dengan bulan Juni 2016.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah air limbah domestik yang dihasilkan oleh PT. Komatsu Indonesia, lumpur aktif (berisi bakteri), *bionutrient*, pupuk urea dan fosfat. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah seluruh instalasi yang terpasang di area instalasi pengolahan air limbah (IPAL) antara lain : bak penampungan air baku, bak aerasi I, Aerasi II, Bak Aerasi II, Blower, settling tank, intermediate tank, *Lamella carifier*, bak control air bersih, *distribution tank* dan ditambah *recycle unit* berupa filter zeolit aktif filter karbon aktif, *filter bag* dan ultrafiltrasi



Gambar 1. *Recycle unit* yang ditambahkan
(Sumber : dokumentasi peneliti)

Cara Kerja *Recycle unit*

Penelitian ini menggunakan empat buah alat yang tergabung menjadi *recycle unit*. Berikut ini keempat cara kerja dari masing-masing alat.

Filter Zeolit aktif

Cara kerja :

Air effluent IPAL dipompakan ke filter zeolit dengan menggunakan salah satu pompa filter. Kotoran halus akan disaring oleh zeolit di tanki bertekanan. Air olahan yang keluar dari Filter zeolit akan dialirkan ke Filter karbon aktif.



Gambar 2. Filter Zeolit



Gambar 3. Filter Karbon aktif



Gambar 4. Filter bag

Filter Karbon aktif

Cara kerja :

Air dari Filter zeolit dipompakan ke filter karbon aktif menggunakan salah satu pompa filter. Setelah melalui proses filtrasi, maka air olahan yang keluar dari filter karbon aktif akan dialirkan menuju *filter bag*.

Filter bag

Cara kerja :

Air dari filter karbon aktif dipompakan menuju *filter bag* menggunakan pompa, dengan permeabilitas dan porositas yang tinggi, maka air olahan dari *filter bag* akan dialirkan kembali menuju Ultrafiltrasi.

Ultrafiltrasi

Cara kerja :

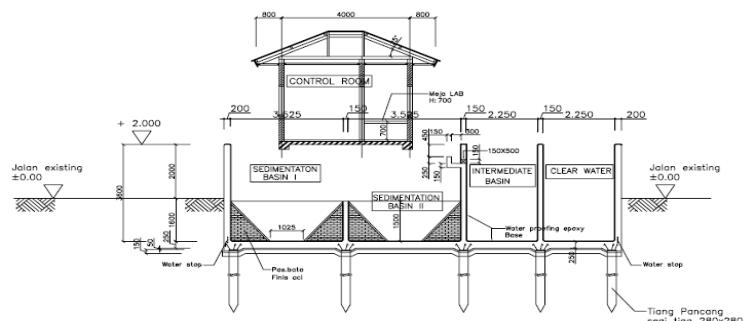
Air dari *filter bag* dialirkan menuju ultrafiltrasi menggunakan pompa, didalam ultrafiltrasi terdapat membran, membran tersebut akan menghasilkan kualitas air yang lebih baik. Proses penyaringan meliputi ultrafiltrasi dari 0.1 sampai dengan 0.01 micron. Membran didesain khusus untuk memisahkan partikel-partikel yang mengapung, *material colloidal*, TSS, Zat Organik, bakteri dan molekul berat lainnya.



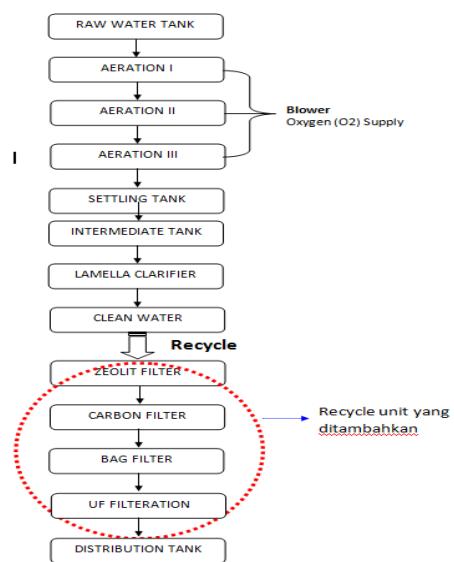
Gambar 5. Ultrafiltrasi



Gambar 6. Lokasi IPAL PT Komatsu Indonesia



Gambar 7. Sketsa IPAL PT Komatsu Indonesia



Gambar 8. Sketsa diagram alur penelitian

Analisis data

Data yang akan di analisis adalah kualitas air yang dihasilkan setelah adanya penambahan *recycle unit*. Kualitas air dapat dilihat dari perubahan parameter air yang diukur, parameter tersebut antara lain : pH, total zat padat terlarut, zat organik / KMnO₄, besi dan mangan yang terkandung dalam air hasil dari proses pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan *recycle unit*.

Tabel 1. Hasil Rata-rata Analisa Bulan Maret - Juni 2016

No	Paramet	Satuan	Kadar maksimu	Analisa Air	Influent (bulan)						Effluent (bulan)					
					Mar -at	Apri -l	Mei	Juni	Rata -rata	Mar -at	Apri -l	Mei	Juni	Rata -rata		
1	pH	-	6.5-9.0	8.4	7.6	7.6 3	7.4 5	7.1 9	7.4 7	8.13	7.6	8	7.22	7.73 8		
2	Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	150 0	297	21 8	23 6	37 2	45 2	31 9.5	360	218	398	93	267. 25		
3	Zat organik (KMn O ₄)	mg/L	10	4.62	6.6 4	10. 9	12. 09	16. 46	11. 52	1.90	6.64	1.58	7.27	4.35		
4	Besi	mg/L	1	<0. 155	1.1 8	0.2 3	1.4 2	0.0 9	0.4 5	<0. 041	<0. 041	<0. 041	<0. 041	<0.0 41		
5	Mangan	mg/L	0.5	<0. 048	0.0 3	0.1 0	0.0 3	0.0 21	0.0 5	<0. 056	<0. 056	<0. 056	<0. 056	<0.0 56		

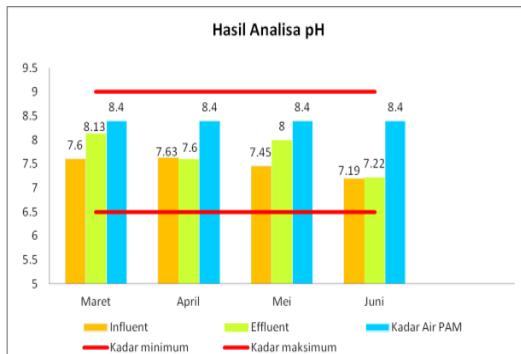
Referensi peraturan : Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 tahun 1990

Perubahan kadar pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H⁺) yang terlarut. Pada penelitian ini pengukuran pH air dilakukan sebelum dan setelah menggunakan *recycle unit* dengan analisa sebanyak 4 kali dalam 4 bulan. Data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 5.

Data hasil analisa *influent* rata-rata sebesar 7,45 dan rata-rata *effluent* sebesar 7,74 dalam katagori pH netral. Dengan demikian hasil *influent* dan *effluent* air limbah tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dalam peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1999, yaitu sebesar 6,5-9. Walaupun hasil *effluent* lebih besar dibanding hasil *influent* kadarnya masih dibawah kadar maksimum, yaitu berada diantara 6,5-9. Pada rancangan *recycle unit*, tidak ada bagian *recycle unit* yang mempengaruhi nilai pH. Hal ini dikarenakan filter zeolit, aktif, filter karbon aktif, *filter bag* dan ultrafiltrasi merupakan suatu rangkaian pengolahan limbah secara fisika. pH akan terpengaruh bila dilakukan pengolahan limbah secara kimia.

Ada beberapa hal yang menyebabkan hasil *effluent* pH lebih besar dibandingkan dengan *influent*, antara lain karena hasil pH yang diambil hanya satu kali dalam sebulan sehingga belum bisa mewakili hasil pengamatan dalam 1 bulan. Selain pengukuran setiap bulan, diakukan juga pengukuran setiap hari. Untuk hasil pH yang diamati setiap hari, hasil rata-rata perbulannya berkisar 6,5 – 7. Hasilnya lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil laboratorium perbulan, ada kemungkinan kondisi sampel air sudah tidak bagus pada saat diujikan. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan adanya jeda waktu yang lama saat proses perjalanan ke laboratorium sampai dengan sampel air diujikan. Untuk hasil analisa air PAM setiap 6 bulan didapat hasil analisa pH sebesar 8.4. Dengan demikian pH air *effluent* yang dihasilkan lebih kecil atau lebih bagus dibandingkan pH air PAM. Hasil analisa perubahan pH dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Histogram Hasil Analisa pH

Perubahan Kadar Total zat padat terlarut (TDS)

Analisa total padatan terlarut digunakan sebagai uji indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut (<http://goelanzsaw.blogspot.co.id/>).

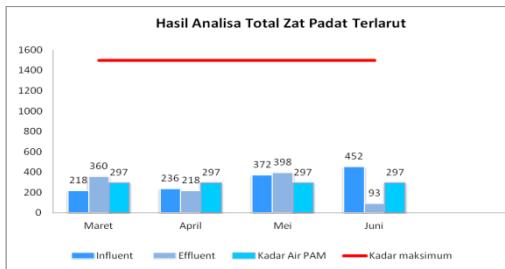
Sumber utama untuk TDS dalam perairan adalah limpahan dari pertanian, limbah rumah tangga, dan industri. Total zat padat terlarut pada IPAL PT Komatsu Indonesia di bulan Maret sebesar 218 mg/l di inlet dan meningkat di outlet sebesar 360 mg/l dengan kenaikan TDS sebesar 65,14%, bulan April TDS sebesar 236 mg/l di inlet dan di outlet 218 mg/l dengan penurunan sebesar 7,63%, bulan Mei TDS di inlet sebesar 372 mg/l dan di outlet sebesar 398 mg/l dengan prosentasi kenaikan sebesar 6,99%, TDS bulan Juni di inlet sebesar 452 mg/l dan di outlet sebesar 93 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 79,42%. Sedangkan rata-rata TDS selama 4 bulan di inlet sebesar 319,5 mg/l dan di outlet rata-rata selama 4 bulan sebesar 267,25 dengan penurunan sebesar 16,35%.

Hasil analisis rata-rata TDS selama 4 bulan menurun walaupun terjadi fluktuasi naik dan turun dari inlet dan outletnya. Ada beberapa hal yang mempengaruhi kenaikan kadar TDS dalam air, salah satunya karena *filter bag* yang sudah jenuh, sehingga hasil airnya menjadi kurang baik. Lumpur yang menempel pada *filter bag* mempengaruhi hasil saringan air limbah. Harus dilakukan pengecekan setiap bulan untuk mengetahui kondisi alat yang dipergunakan.

Hasil *influent* dan *effluent* air limbah tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dalam peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1999, yaitu sebesar 1500 mg/L. Pada rangkaian *recycle unit* terdapat 3 (tiga) filter yang berperan dalam mempengaruhi penurunan kadar TDS adalah filter karbon aktif, filter bag dan ultrafiltrasi. Filter karbon aktif yang mempunyai sifat selektif mengadsorpsi koloid, benda padat, gas dan uap air, sehingga hanya koloid dengan ukuran lebih kecil dari pori karbon aktif yang mampu melewatinya (Sibero, 2011).

Filter bag berfungsi menyaring, mengumpulkan kotoran dan mengeluarkan air yang lebih bersih dari proses sebelumnya. Dan ultrafiltrasi berfungsi memisahkan zat padat terlarut, zat tersuspensi, zat organik, bakteri dan molekul berat lainnya. Membran pada ultrafiltrasi ini digunakan untuk menghilangkan padatan terlarut, tersuspensi (turbidity matters), algae, Cryptosporidium oocysts, Giardia lamblia cysts, coliform bacteria, viruses dan pyrogens (<http://www.nicofilter.co.id>). Sedangkan filter pasir zeolit aktif tidak mempengaruhi kadar TDS dalam air.

Untuk hasil analisa air PAM setiap 6 bulan didapat hasil analisa TDS sebesar 297 mg/l. Rata-rata hasil TDS pada *effluent* sebesar 267,25 mg/l. Jika dibandingkan dengan hasil analisa air PAM, hasil *effluent* lebih besar 0,25 mg/l. Hasil analisa total zat padatan terlarut dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Histogram Hasil Analisa Total Zat padat terlarut

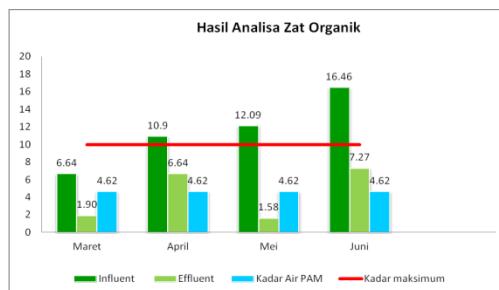
Perubahan Kadar Zat organik (KMnO4)

Zat organik (KMnO4) didefinisikan sebagai mg KMnO4 yang diperlukan untuk mengoksidasi sempurna seluruh zat organik dalam 1 L air. Gangguan dalam proses analisis bisa diakibatkan oleh tingginya ion klorida, ion klorida dapat ikut teroksidasi saat pengoksidasi zat organik (Fairuz, 2012). Zat organik di IPAL PT Komatsu Indonesia di bulan Maret sebesar 6,64 mg/l di inlet dan menurun di outlet sebesar 1,9 mg/l dengan penurunan KMnO4 sebesar 71,39%, bulan April KMnO4 sebesar 10,9 mg/l di inlet dan di outlet 6,64 mg/l dengan penurunan sebesar 39,08%, bulan Mei KMnO4 di inlet sebesar 12,09 mg/l dan di outlet sebesar 1.58 mg/l dengan prosentasi penurunan sebesar 86,93%.

KMnO4 bulan Juni di inlet sebesar 16,46 mg/l dan di outlet sebesar 7,27 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 55,83%. Sedangkan rata-rata KMnO4 selama 4 bulan di inlet sebesar 11,52 mg/l dan di outlet rata-rata selama 4 bulan sebesar 4,35 mg/l dengan penurunan sebesar 62,23%.

Terdapat 3 (tiga) filter pada rangkaian *recycle unit* yang berperan dalam mempengaruhi penurunan kadar zat organik yaitu filter karbon aktif, filter bag dan ultrafiltrasi. Filter karbon aktif yang mempunyai sifat selektif mengadsorpsi koloid, benda padat, gas dan uap air, sehingga hanya koloid dengan ukuran lebih kecil dari pori karbon aktif yang mampu melewatkannya (Sibero, 2011). Filter bag berfungsi menyaring, mengumpulkan kotoran dan mengeluarkan air yang lebih bersih dari proses sebelumnya. Dan ultrafiltrasi berfungsi memisahkan zat padat terlarut, zat tersuspensi, zat organik, bakteri dan molekul berat lainnya. Membran pada ultrafiltrasi ini digunakan untuk menghilangkan padatan terlarut, tersuspensi (turbidity matters), algae, Cryptosporidium oocysts, Giardia lamblia cysts, coliform bacteria, viruses dan pyrogens (<http://www.nicofilter.co.id>). Sedangkan filter pasir zeolit aktif tidak mempengaruhi kadar zat organik dalam air.

Hasil *influent* air limbah sebelumnya melebihi baku mutu air bersih, namun setelah penggunaan recycle unit hasil *effluent* air limbah tidak melebihi kadar maksimum zat organik yang diperbolehkan dalam peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1999, yaitu 10 mg/L. Pengaruh terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh penyimpangan terhadap standar ini adalah timbulnya bau yang tidak sedap pada air minum, dan dapat menyebabkan sakit perut (Sutrisno, 2006). Untuk hasil analisa air PAM setiap 6 bulan didapat hasil analisa zat organik sebesar 4,62 mg/l. Rata-rata kadar zat organik pada *effluent* sebesar 4,35 mg/l. Dengan demikian hasil rata-rata *effluent* lebih kecil atau lebih bagus dibandingkan kadar zat organik air PAM. Penyajian hasil analisis zat organik ada di Gambar 11.

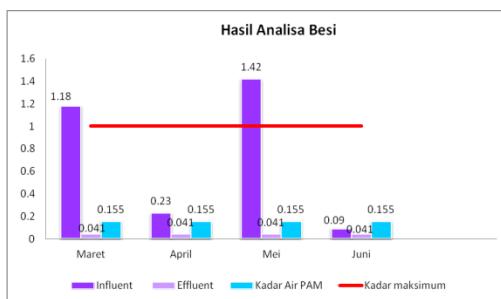


Gambar 11. Histogram Hasil Analisa Zat organik

Perubahan Kadar Besi

Besi (Fe) adalah logam berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Fe didalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII. (Eaton Et.al, 2005). Kadar Besi pada IPAL PT Komatsu Indonesia di bulan Maret sebesar 1.18 mg/l di inlet dan di outlet sebesar < 0,041 mg/l dengan penurunan 96,53%, pada bulan April Kadar Besi sebesar 0,23 mg/l di inlet dan di outlet <0,041 mg/l dengan penurunan sebesar 82,17%, bulan Mei Kadar Besi di inlet sebesar 1,42 mg/l dan di outlet sebesar <0,041 mg/l dengan prosentasi penurunan sebesar 97%, Kadar Besi bulan Juni di inlet sebesar 0,09 mg/l dan di outlet sebesar <0,041 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 54,44%. Sedangkan rata-rata Kadar Besi selama 4 bulan di inlet sebesar 0,45 mg/l dan di outlet rata-rata selama 4 bulan sebesar <0,041mg/l dengan penurunan sebesar 20,24%.

Hasil *effluent* lebih kecil dibanding hasil *influent* hal ini dipengaruhi oleh penggunaan *Recycle unit*. Pada rangkaian *recycle unit* terdapat 3 (tiga) filter yang berperan dalam mempengaruhi penurunan kadar besi dalam air limbah, yaitu filter zeolit aktif, filter karbon aktif dan ultrafiltrasi. Pasir zeolit aktif berfungsi menurunkan kadar besi/mangan yang berlebihan dalam air. Filter karbon aktif dapat menahan besi di pori karbon aktif dan membran ultrafiltrasi dapat menahan besi di permukaan membran sehingga kandungan besi di outlet sangat rendah yaitu <0,041 mg/l (<https://jujubandung.wordpress.com>). Sedangkan *filter bag* tidak mempengaruhi kadar besi dalam air limbah. Pada hasil *influent* air limbah terdapat kadar yang melebihi baku mutu air bersih, namun setelah penggunaan *recycle unit effluent* air limbah tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dalam peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1999, yaitu 1 mg/l. 4,35 mg/l. Untuk hasil analisa air PAM setiap 6 bulan didapat hasil analisa besi sebesar <0.155 mg/l. Dengan demikian kadar besi pada *effluent* yang dihasilkan lebih kecil atau lebih bagus dibandingkan pH air PAM yaitu sebesar <0.041 mg/l. Penyajian hasil analisis kadar besi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Histogram Hasil Analisa Besi

Perubahan kadar Mangan

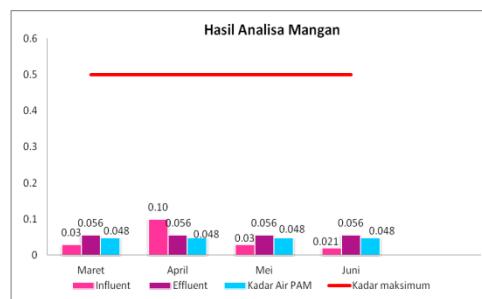
Mangan adalah suatu unsur kimia yang mempunyai nomor atom 25 dan memiliki symbol Mn. Logam mangan berwarna putih keabu-abuan. Mangan termasuk logam berat dan sangat rapuh tetapi mudah teroksidasi. Kadar Mangan IPAL PT Komatsu Indonesia di bulan Maret sebesar 0,03 mg/l di inlet di outlet <0.056 mg/l dengan kenaikan sebesar 86,67%, pada bulan April Kadar mangan sebesar 0,1 mg/l di inlet dan di outlet <0,056 mg/l dengan penurunan sebesar 44%, bulan Mei Kadar mangan di inlet sebesar 0,03 mg/l dan di outlet sebesar <0,056 mg/l dengan prosentasi kenaikan sebesar 86,67%. Kadar mangan bulan Juni di inlet sebesar 0,021 mg/l dan di outlet sebesar <0,056 mg/l dengan persentase penurunan kenaikan 166,67%. Sedangkan rata-rata Kadar mangan selama 4 bulan di inlet sebesar 0,045 mg/l dan di outlet rata-rata selama 4 bulan sebesar <0,056 mg/l dengan kenaikan sebesar 24,44%.

Alat yang di gunakan untuk menganalisa besi pada *effluent* memiliki keterbatasan pembacaan atau pengikuran, yaitu hanya bisa membaca pengukuran sampai dengan 0.056 mg/l. Jika hasil analisa kurang dari 0.056 mg/l pada hasil laporan analisa dituliskan >0.056 mg/l dengan range (0-0.055 mg/l). Sehingga dalam 3 bulan analisa tidak didapat hasil yang pasti untuk ukuran kadar besi yang sebenarnya. Selama 4 bulan terdapat 1 bulan yang memuliki hasil analisa pasti, yaitu pada bulan April. Terlihat penurunan yang signifikan. Adanya penurunan kadar besi disebabkan oleh penggunaan *Recycle unit*. Pada rangkaian *recycle unit* terdapat 3 (tiga) filter yang berperan dalam

mempengaruhi penurunan kadar besi dalam air limbah, yaitu filter zeolit aktif, filter karbon aktif dan ultrafiltrasi. Pasir zeolit aktif berfungsi menurunkan kadar besi/mangan yang berlebihan dalam air.

Filter karbon aktif dapat menahan mangan di pori karbon aktif dan membran ultrafiltrasi dapat menahan mangan di permukaan membran sehingga kandungan mangan di outlet sangat rendah yaitu <0,056 mg/l (<https://jujubandung.wordpress.com>). Sedangkan *filter bag* tidak mempengaruhi kadar mangan dalam air limbah.

Hasil *influent* dan *effluent* air limbah tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dalam peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1999, yaitu 0,5 mg/l. Untuk hasil analisa air PAM setiap 6 bulan didapat hasil analisa mangan sebesar <0,048 mg/l. Sedangkan rata-rata kadar mangan pada *effluent* sebesar <0,056 mg/l. Dengan demikian hasil rata-rata *effluent* lebih besar dibandingkan kadar besi air PAM. Penyajian hasil analisis zat besi dapat dilihat dalam bentuk gambar pada Gambar 13.



Gambar 13. Histogram Hasil Analisa Mangan

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan *recycle unit* dapat menurunkan beberapa parameter air limbah yaitu TDS, zat organik, besi dan mangan dalam air limbah di IPAL PT Komatsu Indonesia, sedangkan kadar pH tidak mengalami penurunan atau tidak terpengaruh dengan adanya *recycle unit*. Walaupun demikian, kadar pH masih dibawah kadar maksimum yang diperbolehkan dan masih termasuk dalam kategori pH netral.

Kadar TDS dan zat organik terpengaruh oleh adanya filter karbon aktif, *filter bag* dan ultrafiltrasi. Sedangkan kadar besi dan mangan terpengaruh oleh adanya filter zeolit aktif, filter karbon aktif dan ultrafiltrasi. Pada hasil analisa TDS terjadi kenaikan dan penurunan, kemungkinan hal tersebut dapat dikarenakan *filter bag* yang sudah jenuh sehingga mempengaruhi hasil analisa. Pada hasil analisa mangan, hasilnya terdapat perbedaan secara signifikan karena metode analisa yang berbeda.

Alat yang dipakai untuk analisa *effluent* mangan memiliki keterbatasan tingkat pembacaan hasil analisa, sehingga seluruh hasil analisanya terbaca pada angka <0,056 mg/l. Tidak jelas hasil analisa terukurnya, hanya terdapat hasil minimum dari pengukuran alat. Sedangkan pada hasil analisa *influent* mangan, alat yang di pergunakan dapat membaca lebih akurat. Hasilnya dapat mengukur lebih kecil dari <0,056 mg/l. Sehingga saat dibuat grafik, seolah-olah hasil *effluent* selalu lebih besar dari *influent* karena hasil pengukuran alat pada *effluent* tidak jelas hasil analisa terukurnya.

Perbandingan hasil analisa air *effluent* dengan analisa air PAM dapat disimpulkan bahwa air beberapa parameter air *effluent* hasilnya lebih baik dibandingkan parameter air PAM, parameter tersebut adalah pH, zat organik dan besi. Sedangkan hasil TDS dan mangan lebih besar dibanding hasil analisa air PAM. Meskipun demikian hasil dari TDS dan mangan tidak melebihi dari kadar maksimum yang diperbolehkan.

Recycle unit memberikan pengaruh yang positif pada parameter pH, zat organik dan besi sehingga hasil analisa dari parameter tersebut lebih baik kualitasnya dibandingkan dengan kualitas air PAM. Dengan demikian efektifitas dari *recycle unit* telah teruji karena mampu menurunkan beberapa parameter dalam air limbah dan menjadikan kualitas *effluent* air limbah lebih baik dibandingkan air PAM, serta memenuhi baku mutu air bersih yang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam menghasilkan metode baru yang lebih baik dalam pengolahan air limbah. Ada baiknya sebelum pemasangan *recycle unit* setiap unitnya diuji terlebih dahulu keefektifitasannya. Dilakukan pengujian secara parsial. Tidak langsung secara menyeluruh, karena saat seluruh unit digabung tidak terlihat jelas bagian unit mana yang memiliki pengaruh paling besar dalam menurunkan parameter air limbah.
2. Sebaiknya menggunakan metode analisa yang sama untuk satu parameter yang sama, karena setiap alat memiliki keterbatasan dalam tingkat pembacaan atau pengukuran analisa agar tidak terjadi perbedaan yang signifikan dan hasil analisa dapat terukur dengan jelas. Jika terdapat perbedaan dalam metode dan alat analisa maka hasilnya pun akan berbeda, terutama saat alat yang digunakan hanya mampu mengukur lebih dari 0. Sedangkan alat lainnya dapat membaca lebih kecil dari 0.
3. Melakukan pemeriksaan dan perawatan terhadap instalasi pengelolaan air limbah, khususnya pada pada *recycle unit*. Contohya memeriksa tingkat kejemuhan dari setiap unit pengolahan air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., S.S. Santika. 1987. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional, Surabaya
- Clair N. Sawyer, Perry L. McCarty. 1978. Chemistry for Environmental Engineering (4th ed.). McGraw-Hill. New York.
- Daryanto. 1995. Ekologi dan Sumber Daya alam. Bandung : Tarsito
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.
- Fairuz, (2012), Dasar Penetapan Arang Aktif. Stikes Bali
- Ginting, Paham, 2006. Filsafat Ilmu dan Metode Penelitian, USU Press, Medan.
- Ginting,Paham. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan Lingkungan dan Limbah Industri. Cetakan 1. Bandung: Yrama Widya.
- Laksmi, J. dan Rahayu,W., 1993.Penanganan Limbah Industri Pangan, Kanisius, Jakarta.
- Lenore S. Clescerl, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton. 1999. Standard Methods for Examination of Water & Wastewater (20th ed.). American Public Health Association. Washington, DC.
- Linsley, R.K.1991. Teknik Sumber Daya Air : Edisi 3. Jakarta: Erlangga.
- Putra,Y., 2004. Pengelolaan Limbah Rumah Tangga (Upaya Pendekatan Dalam Arsitektur). Medan: USU.
- Sugiharto. 1987. Dasar - dasar Pengelolaan Air Limbah, Cetakan Pertama. Jakarta: UI Press.
- Syaodih Sukmadinata, Nana, 2005, Metode Penelitian Pendidikan, Badung : Remaja Rosda Karya.
- Sanropi Sutrisno Totok, dkk, 2006.Teknologi Penyedian Air Bersih. Jakarta : Rineka Cipta.
- Soeparman, 2001, Pembuangan Tinja dan Limbah Cair Suatu Pengantar, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Sutrisno Totok, dkk.1991.Teknologi Penyedian Air Minum. Jakarta : Rineka Cipta.
- Tjokrokusumo, KRT. 1995. Pengantar Teknologi Bersih, Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air. Yogyakarta: STTL-YLH.