

Perancangan Alat Penetralan Keasaman Limbah Cair Otomatis Untuk Meningkatkan Efisiensi Pemeliharaan Pengolahan Limbah Laboratorium

Girman Sihombing¹, Rian Ardianto², Muhammad Jainul Amri Lubis³

¹²³Universitas Bina Sarana Informatika¹²³

¹girman.gsh@bsi.ac.id, ²rian.rao@bsi.ac.id, ³73190064@bsi.ac.id

Abstrak - Salah satu efek domino dari pertumbuhan industri yang sangat pesat adalah risiko pencemaran lingkungan. Jika tidak diantisipasi maka siklus kehidupan makhluk hidup akan terancam, oleh karena itu pemerintah dengan tegas membuat dan mengawasi peraturan tentang ambang batas baku mutu air limbah yang harus dipenuhi oleh setiap industri yang. Tetapi peranan pemerintah tidaklah cukup untuk menjaga alam dari pencemaran tanpa ada kesadaran dari semua pihak. Setiap industri baik perusahaan maupun rumah tangga harus menyadari akan bahaya pencemaran yang akan terjadi pada kehidupan makhluk hidup. Laboratorium pengujian kimia adalah salah satu industri yang mempunyai kegiatan pengujian yang menghasilkan limbah air dengan keasaman sangat rendah yaitu pH 1-2 dibandingkan pada keasaman air normal yaitu pH 6 -9. Keasaman yang rendah ini diakibatkan oleh bahan - bahan kimia pereaksi maupun bahan kimia dari contoh pengujian. Oleh karena itu PT."XXX" sebagai salah satu lembaga pengujian yang cukup besar dan terkenal sudah membuat instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk menjaga lingkungan dari bahaya pencemaran dan untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan pemerintah. PT."XXX" secara mandiri dengan system yang dimulai dengan Koagulasi yaitu sistem pengadukan lambat, Flokulasi yaitu Pengadukan cepat, Sistem settling, Filtrasi, effluent dan terakhir adalah sludge drying bed. Untuk menetralkan keasaman limbah tersebut PT."XXX" menggunakan caustic soda (NaOH) akan tetapi pencampuran ke air limbah masih bersifat manual yang mempunyai kelemahan dalam pengontrolan. Untuk memaksimalkan instalasi pengolahan air limbah di PT. "XXX" diperlukan pendistribusian dan pencampuran bahan penetralisasi (NaOH) secara otomatis dengan unit perlengkapan netralisasi dengan alat-alat seperti pH Meter, Pompa dosing, Pengaduk dan lain-lain.

Kata Kunci :Penetralan, Keasaman (pH) Otomatis, Efisiensi Pemeliharaan

Abstract - One of the effects of the rapid industrial growth is the risk of environmental pollution. If it is not anticipated then the life cycle of living things will be threatened, therefore the government strictly makes regulations regarding the threshold for wastewater quality standards that must be met by every industry. But the role of the government is not enough to protect nature from pollution without any awareness from all parties. Every industry and household must be aware of the dangers of pollution to the lives of living things. Chemical testing laboratory is a testing industry that produces waste water with very low acidity, namely pH 1-2 compared to normal water acidity, namely pH 6 -9. This low acidity is caused by chemical reagents and chemicals from the test. Therefore PT "XXX" as one of the large testing institutions has made a wastewater treatment plant (IPAL) to protect the environment from the dangers of pollution and to meet the requirements set by the government. PT. "XXX" independently with a system that starts with Coagulation, namely slow stirring system, Flocculation, namely fast stirring, settling system, filtration, effluent and finally sludge drying bed. To neutralize the acidity of the waste, PT "XXX" uses caustic soda (NaOH) but the mixing into wastewater is still manual which has weaknesses in control. To maximize the wastewater treatment plant at PT. "XXX" requires the distribution and mixing of neutralizing agents (NaOH) automatically with neutralization equipment units with tools such as pH meters, dosing pumps, stirrers and others.

Kata Kunci : Neutralization, Acidity (pH) Automatic, Maintenance Efficiency



PENDAHULUAN

Kegiatan dalam laboratorium pengujian kimia adalah kegiatan pengujian dengan menggunakan bermacam-macam pereaksi dari bahan kimia cair oleh karena itu limbah dari laboratorium PT."XXX" adalah bersifat cair dan kompleks yang berasal dari bahan-bahan kimia pereaksi ditambah dengan material sample yang diuji termasuk unsur kimia yang terkandung didalamnya. Instalasi pengolahan air limbah difungsikan untuk mengolah limbah yang mengandung zat-zat pencemar menjadi air yang layak dibuang / dialirkan ke saluran umum atau ke sungai tanpa mencemari daerah dimana air limbah dibuang. Kekurangan dan kelemahan seperti pemborosan material dan tenaga manusia dalam menetralkan air limbah pada keasaman yang normal (6-9) apabila dilakukan dengan manual. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu limbah yang dibuang mengalir secara terus-menerus dan

banyaknya tidak menetap atau tergantung dari volume pekerjaan atau pengujian yang dilakukan ditambah dengan kandungan zat-zat pencemar dalam limbah yang berbeda-beda sehingga penentuan waktu pengontrolan pada bak sumpit tidak bisa ditetapkan. Yang kedua, pengontrolan yang terlambat atau lupa bisa mengakibatkan air limbah mengalir ke saluran air umum atau daerah sekelilingnya akibat dari daya tampung dari bak limbah tidak mencukupi dan yang ketiga adalah apabila limbah air yang keasamannya masih rendah (PH 1-5) dialirkan ke sistem pengolahan air limbah maka risiko kerusakan dari alat-alat pengolahan sangat tinggi karena limbah yang keasamannya belum normal atau sangat rendah bersifat korrosif dan destruktif yang mengakibatkan kerusakan pada fasilitas – fasilitas pengolahan limbah seperti pompa sirkulasi, pengaduk dan flowmeter.

Berikut tabel kerusakan peralatan dalam kurun 2 tahun yang ditimbulkan oleh keasaman yang sangat rendah:

A. Pompa Transfer Utama Limbah Sebanyak 2 Unit

Tabel 1. Kerusakan Pompa Transfer Utama (Pompa dari Tank limbah ke unit IPAL)

Tanggal	Deskripsi Kerusakan	Tindakan	Keterangan
03 / 08 / 2019	Shaft dan Impeller rusak (Pompa I)	Mengganti Pompa	Harga Rp 15.000.000,-
17 / 12 / 2019	Shaft dan Impeller rusak (Pompa II)	Mengganti Pompa	Harga Rp 15.000.000,-
12 / 12 / 2019	Pompa Rusak Pompa I	Mengganti pompa	Harga Rp 15.000.000,-
23 / 07 / 2019	Motor Lower Cover and Mechanical seal (Pompa II)	Mengganti Seal dan modifikasi cover	Harga Rp. 600.000,-
11 / 08 / 2019	Motor rusak (Pompa II)	Mengganti Pompa	Harga Rp 15.000.000,-

B. Pompa Sirkulasi Pengolahan Sebanyak 3 Unit

Tabel 2. Kerusakan Pompa Sirkulasi Pengolahan

Tanggal	Deskripsi Kerusakan	Tindakan	Keterangan
24/07/2019	Shaft and Impeller rusak atau keropos (Pompa I)	Mengganti Unit Pompa	Harga unit pompa baru Rp 9.000.000,-
15/08/2019	Fan Housing/ Rumah kipas Bocor	Mengganti Fan Hosing	Harga perkiraan Rp 600.000,-
29/09/2019	Shaft and Impeller rusak (Pompa II)	Mengganti unit pompa	Harga unit pompa baru Rp 9.000.000,-

17/09/2019	Kerusakan strainer pompa (Pompa I)	Mengganti strainer	Harga Rp 250.000,-
24/10/2019	Pompa rusak (Pompa III)	Mengganti unit pompa	Harga Rp 9.000.000,-
01 / 02 /2020	Pompa Rusak (Pompa I)	Mengganti Unit pompa	Harga Rp 9.000,000,-
03/ 05 / 2020	Pompa keropos (Pompa II)	Mengganti Unit Pompa	Harga Rp 9.000.000,-
20 / 11 / 2020	Kerusakan strainer and Float switch (Pompa I)	Mengganti parts yang rusak	Harga Rp 600.000,-

Pada tabel 1 diatas menunjukkan kerusakan-kerusakan dan biaya perbaikan yang terjadi pada pompa transfer utama baik yang rusak secara total maupun kerusakan pada bagian – bagian pompa tersebut. Hal ini harus dilakukan untuk mempertahankan operasionbal pengolahan.

Demikian juga halnya kerusakan-kerusakan yang terjadi pada pompa - pompa sirkulasi yang ada pada

tabel 2. Berdasarkan tabel 2 tersebut kejadiannya cukup sering dan berulang ulang pada pompa keseluruhan maupun pada bagian-bagian dari pompa. Ini diakibatkan karena posisi pompa -pompa tersebut bersentuhan dengan air limbah secara terus menerus , baik limbah dengan keasaman yang belum maupun yang sudah normal.

C. Motor Stirrer (Pengaduk)

Tabel 3. Kerusakan Motor Stirrer (Pengaduk)

Tanggal	Deskripsi Kerusakan	Tindakan	Keterangan
5 / 01 /2019	Shaft rotor keropos	Mengganti Motor unit	Rp 6.000.000,-

Kerusakan yang terjadi pada motor stirrer sangat jarang seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 diatas, karena instalasi atau penempatan motor pengaduk tersebut ditempatkan tidak langsung bersentuhan pada air limbah yang sedang diolah.

D. Flow Meter Sebanyak 1 Unit

Tabel 4. Kerusakan Flow Meter

Tanggal	Deskripsi Kerusakan	Tindakan	Harga Perawatan / Pembelian
12 / 11 / 2019	Flow meter tidak berfungsi	Mengganti Flow meter	Rp 6.500.000,
24 / 05 /2020	Flow meter rusak	Mengganti flow meter	Rp 6.500.000,

Berbeda halnya dengan Flow meter yang ada pada tabel 4, kerusakan disebabkan sensitifitas alat tersebut terhadap partikel-partikel kecil yang ada pada air yang diolah bukan karena zat perusak yang berdifat korosif karena air yang sudah dialirkan melalui flow meter tersebut adalah air yang tingkat keasamannya sudah normal atau netral (Ph 6 – 9).

Tabel 5. Biaya Pemeliharaan Peralatan / Tahun

No	Peralatan	Biaya Pemeliharaan
1	Pompa Transfer Utama	Rp 60.600.000,00
2	Pompa Sirkulasi	Rp 46.450.000,00
3	Motor Pengaduk	Rp 6.000.000,00
4	Flow Meter	Rp 13.000.000,00
	Total	Rp 126.050.000,00

Biaya pemeliharaan peralatan sistem pengolahan air seperti pada tabel 5 dengan kapasitas air limbah 50 - 100 M³ / Bulan adalah cukup tinggi. Dengan data tersebut bisa dikatakan bahwa pengolahan limbah akan menurunkan keuntungan perusahaan yang tentu

- saja bahwa semua organisasi bisnis akan mengharapkan keuntungan semaksimal mungkin. Ini bisa tercapai dari keuntungan dari nilai tambah jasa yang disediakan maupun dari biaya operasional yang rendah.

LANDASAN TEORI

2.1 Air Limbah dan pengolahan

Menurut Azwar (1989), air limbah adalah air yang tidak bersih dan mengandung berbagai zat yang membahayakan kehidupan manusia atau hewan serta tumbuhan yang merupakan hasil kegiatan manusia seperti, limbah industri dan limbah rumah tangga. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengolahan limbah dengan metode koagulasi dan flocculant (Manurung, 2012) Seperti:

1. Suhu. Suhu berkaitan dengan Keasaman (pH) optimal cairan, di mana proses koagulasi dinyatakan dapat berjalan baik jika pH air baku olahan (ABO) berkisar 6-10. Jika ABO tidak dalam kisaran tersebut maka penambahan koagulan ke dalam ABO tidak ekonomis karena koagulan tidak bekerja optimal.
2. Bentuk koagulan. Secara ekonomis, laju pencampuran akan lebih efektif jika koagulan diberikan pada keadaan cair dibandingkan dalam bentuk padat
3. Tingkat kekeruhan. Pada tingkat kekeruhan rendah, destablisasi sulit terjadi. Jadi akan lebih mudah jika koagulasi dilakukan pada tingkat kekeruhan yang tinggi.
4. Kecepatan pengadukan. Pengadukan bertujuan untuk mempercepat kontak antara kandungan suspensi (koloid) dalam ABO dengan koagulan yang ditambahkan. Jika pengadukan lambat, pengikatan akan berlangsung tepat sasaran sehingga flok yang terbentuk juga sedikit dan akibatnya proses penjernihan tidak maksimal. Demikian

halnya jika pengadukan berlangsung terlalu cepat, maka Kemungkinan flok yang terbentuk akan terurai kembali.

2.2 Alat Penetralan Keasaman Otomatis

Pompa dosing adalah pompa yang dipergunakan untuk mensupply caustic soda (NaOH) dari tempat chemical NaOH ke air limbah. Pompa ini bekerja secara secara simultan sesuai dengan dosis yang direncanakan. Alasan pemakaian pompa dosing ini adalah untuk mensupply NaOH secara terkontrol agar tidak melebihi jumlah yang seharusnya untuk menetralkan atau menaikkan keasaman sampai batas normal yaitu 6-9. Range ini adalah batas yang harus dicapai untuk mendapatkan syarat pertama akan kualitas air yang normal. Apabila melebihi batas ini, akan menjadi limbah berbahaya juga atau biasa disebut limbah basah yang memerlukan instalasi pengolahan lagi agar kembali ke pH normal.

2.3 Efisiensi Pemeliharaan

Pengertian atau pemahaman sederhana dan umum tentang efisiensi adalah berkaitan dengan penghematan baik tenaga, maupun biaya. Banyak definisi atau pengertian yang disampaikan oleh ahli ataupun tokoh. Salah satunya menurut Malayu S.P Hasibuan yaitu "*Perbandingan terbaik antara input (masukan) dan output (hasil), antara keuntungan dengan biaya (antara hasil pelaksanaan dengan sumber yang digunakan), seperti halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas*". (1994 ; 07)

Berdasarkan definisi diatas, dalam penelitian ini bahwa input ataupun target yang menjadi acuan untuk mendapatkan efisiensi adalah berdasarkan perawatan pada buku panduan ataupun target biaya yang

serendah mungkin dengan hasil pengolahan limbah yang maksimal. Pengukuran efisiensi dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pengukuran pendekatan teknis dan pendekatan biaya.

2.3.1 Pendekatan Teknis

Efisiensi teknis merupakan suatu ukuran yang membandingkan antara keluaran (*output*) dan masukan (*input*), atau jumlah yang dihasilkan dari sejumlah input yang digunakan (Suseno, Priyonggo, 2008). Efisiensi merupakan perbandingan antara output dan input yang berhubungan dengan tercapainya output maksimum dengan sejumlah input tertentu, yang berarti jika rasio *output-input* semakin besar, maka efisiensi dikatakan semakin tinggi. (Shone Rinald, 1981 dalam Komaryatin, Nurul: 2006).

2.3.2 Pendekatan Biaya

Efisiensi dengan pendekatan biaya adalah mengukur sejauh mana biaya yang dikeluarkan oleh bagian pemeliharaan dalam perusahaan untuk mendapatkan hasil (keluaran) tertentu yang diharapkan, Dalam Sumarjono, Djoko (2004), efisiensi akan tercapai ketika pendapatan marjinal = biaya marjinal.

Kusnadi, dkk (1999) menuturkan bahwa perusahaan akan mengalami kondisi yang tidak efisien ketika biaya marjinal untuk menambah hasil produksi sudah lebih besar dari pendapatan marjinalnya. Sehingga ketika memproduksi dengan tambahan biaya yang semakin besar akan memperkecil keuntungan (laba perusahaan).

Menurut buku panduan pompa Mitsubishi, bahwa pemakaian pada tempat dan peruntukan yang normal seperti kedalaman pompa, penggunaan pompa pada air bersih dan lain-lain yang sesuai dengan persyaratan maka didalam kurun 2 tahun kerusakan pompa hanya pada mechanical seal ataupun kekeringan lubricant sehingga hanya dibutuhkan penggantian *seal* dan penggantian *lubricant*. Berdasarkan hal tersebut bahwa kerusakan pompa dibawah 2 tahun adalah apabila kondisi pemakaian tidak memenuhi persyaratan yang dikemukakan dalam panduan pemakaian dan pemeliharaan seperti kondisi kadar air yang keasamannya sangat rendah.

Dengan definisi diatas, dalam penelitian ini bahwa input ataupun target yang menjadi acuan untuk mendapatkan efisiensi adalah berdasarkan perawatan pada buku panduan ataupun target biaya yang serendah mungkin yang ditetapkan oleh perusahaan dengan hasil pengolahan limbah yang maksimal.

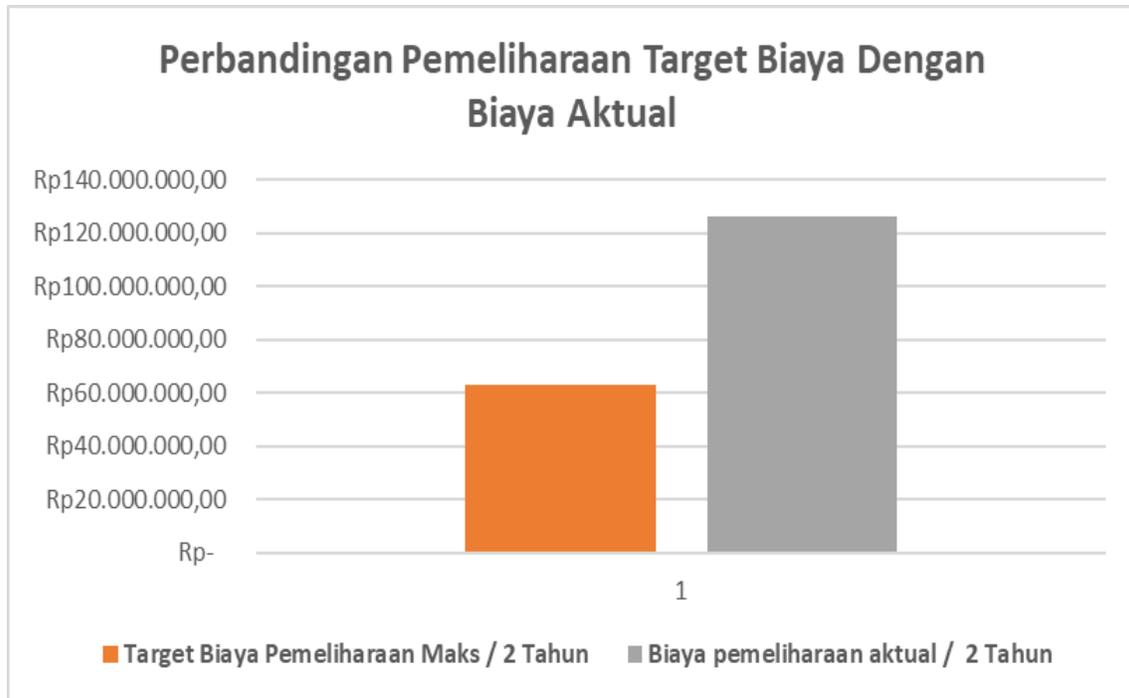
Tabel 6. Perbandingan Antara Target Biaya Maksimum dan Biaya Pemeliharaan Aktual

Pemeliharaan	Biaya
Target Biaya Pemeliharaan Maks / 2 Tahun	Rp 63.025.000,00
Biaya pemeliharaan aktual / 2 Tahun	Rp 126.050.000,00

Pada tabel 6 terlihat perbandingan antara target biaya maksimum dan biaya pemeliharaan aktual, dimana target biaya pemeliharaan maksimal selama 2 tahun sebesar Rp. 63.025.000,00 dan biaya pemeliharaan aktual selama 2 tahun sebesar Rp. 126.050.000,00.

Gambar 1 menunjukkan perbedaan nilai yang cukup tinggi antara biaya pemeliharaan yang dikeluarkan

dengan target biaya pemeliharaan apabila peralatan ditempatkan pada posisi pada keasman (pH) air limbah normal setiap saat. Karena zat perusak atau korosif pada keasman yang rendah dapat ditiadakan.

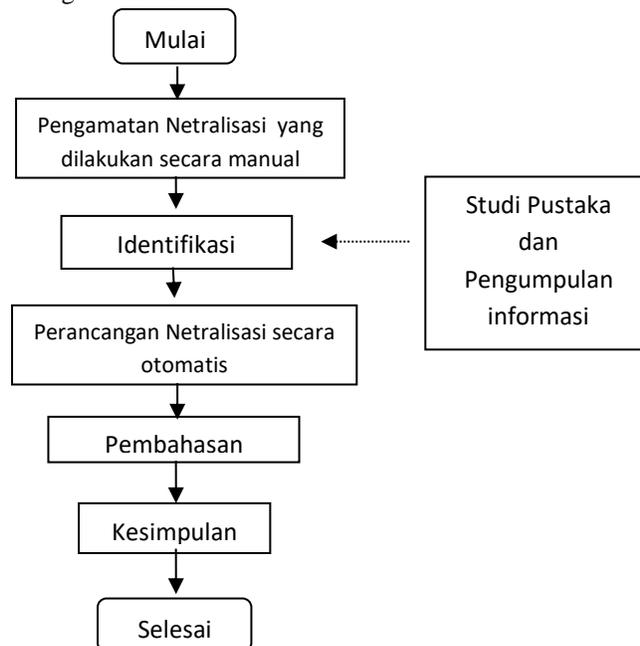


Gambar 1. Perbandingan Antara Target Biaya Maksimum dan Biaya Pemeliharaan Aktual

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode melalui pengamatan yang dilakukan sebelum penginstalan pompa dosing otomatis

disertai dengan pengumpulan data-data tulisan dari riwayat kerusakan dan penggantian alat-alat IPAL (Instalasi pengolahan air limbah) dengan alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Pada gambar 2 membahas mengenai alur proses penelitian yang dilakukan dari rangkaian pengamatan netralisasi yang dilakukan secara manual dan diidentifikasi masalah yang ada terkait dengan pengumpulan informasi berdasarkan studi pustaka untuk memperkuat dan menentukan output keberhasilan penelitian ini.

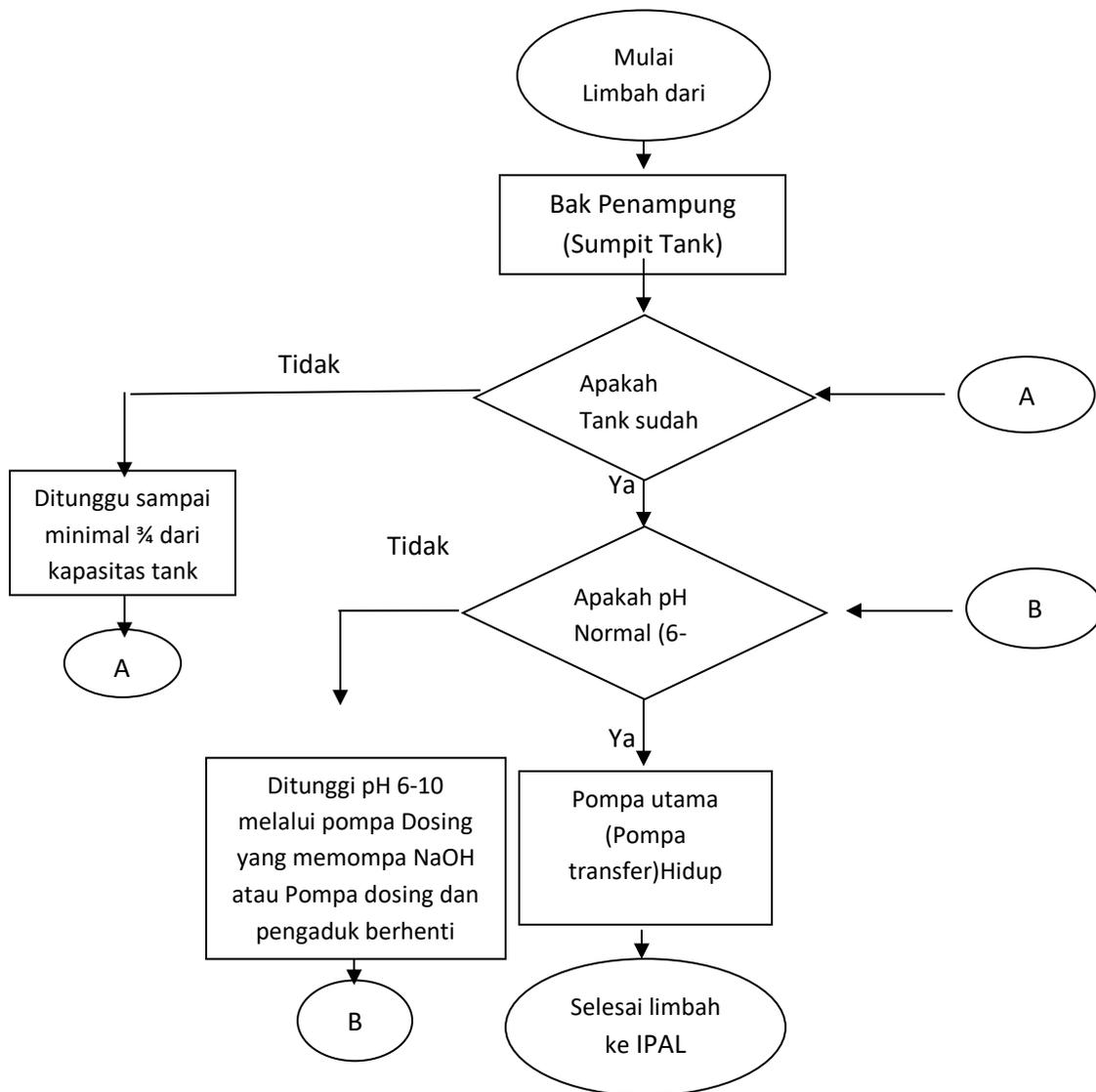
HASIL DAN PEMBAHASAN

Melihat sistem kerja penetralan secara manual dengan mencampurkan caustic soda (NaOH) ke air limbah yang ada dalam bak penampungan yang berukuran 140 cm x 120 cm x 120 cm mempunyai risiko-risiko baik dari segi biaya, tenaga dan hasil yang tidak maksimal atau masih mempunyai fluktuatif yang tinggi, untuk itu direncanakan penetralan secara otomatis dengan menggunakan unit penetralan yaitu:

- pH Meter beserta electrode Probe
- Pompa dosing

- Float switch (Switch radar)
- Pompa utama (Pompa transfer ke unit pengolahan)
- Bak penampung NaOH
- Unit Power control /Kontrol listrik unit (Contactor, thermal overload)
- Selang masuk /keluar NaOH
- Dan lain lain

Sistem kerja penetralan secara otomatis seperti dalam flow chart dibawah:



Gambar 3. Flowchart Sistem Kerja Penetralan Otomatis

Pada Gambar 3 Limbah dari Laboratorium akan ditampung pada bak I (bak sumpit) dan di Bak ini diinstall perangkat penetralan keasaman secara otomatis. Limbah yang mempunyai keasaman yang sangat rendah yaitu berkisar pH 1-2 dan nilai ini didapat dari pengukura oleh pH meter melalui probe elektrode yang selalu berada pada bak limbah dan limbah akan dinetralkan secara otomatis dengan mendrop Caustic soda (NaOH) oleh pompa dosing yang bekerja bersama-sama dengan pengaduk (Stirrer) yang terletak pada tengah bak dan akan berhenti ketika electrode pH meter mengirim sinyal bahwa keasaman sudah sampai normal pH 6-10. Kemudian pompa utama / pompa transfer akan memompa air limbah yang sudah netral secara otomatis ke unit IPAL.

KESIMPULAN

REFERENSI

- Azwar A 1989 *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan. Cetakan ke empat. Jakarta: Mutiara Sumber Widya,*
- Eko Hartini dan Catur Yuantari. 2011. *Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poly Alun Chloride di Laboratorium Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Semarang.*
- Hasibuan, Malayu S.P. 1994. *Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta : Ghalia Indonesia.*
- Komaryatin, Nurul. 2006. *Analisis Efisiensi Teknis Industri BPR di Eks Karisidenan Pati. Tesis S2 pasca sarjana, Universitas Diponegoro.*
- Kusnadi, dkk. 1999. *Akuntansi Keuangan (Prinsip, Prosedur dan Metode). Malang : Universitas Brawijaya Malang.*
- Manurung, T. 2012. *Efektivitas Biji kelor (Moringa oleifera) pada Pengolahan Air Sumur*

Untuk memaksimalkan kinerja pengolahan limbah laboratorium pengujian maka sangat dibutuhkan perlakuan yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari pengolahan tersebut yang bersamaan dengan peningkatan efisiensi biaya operasional pengolahan dan tenaga manusia. Dari pendistribusian caustic soda (NaOH) ke air limbah beserta pengadukan secara otomatis. Otomatisasi ini akan mengurangi dan meminimalkan risiko meluapnya air limbah yang keasamannya belum normal atau sangat rendah.

Memperpanjang umur perangkat-perangkat instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang mempunyai harga yang tidak murah dan demikian juga dengan tenaga kerja yang biasanya tidak cukup satu orang dan selalu sibuk memonitor atau menetralkan keasaman bisa melakukan pekerjaan lain diluar dari pada pemantauan limbah.

Tercemar Limbah Domestik. Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S. Jakarta: Universitas Satya Negara Indonesia.

- Suseno, Priyonggo. 2008. *Analisis Efisiensi dan Skala Ekonomi pada Industri Perbankan Syariah di Indonesia. Jurnal Ekonomi Islam, Vol. 2 No. 1. Yogyakarta: Pusat Pengkajian dan Pembangunan Ekonomi Islam (P3EI) Fakultas Ekonomi UII.*
- Sumarjono, Djoko 2004 *Diktat Kuliah, Ilmu Ekonomi Produksi. Prodi Sosial Ekonomi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang*
- Verawaty, Dian Saraswati, Ramly Abudi. 2014. *Analisis Kadar BOD dan COD Pada Pengolahan Limbah Cair di Pabrik Kelapa Sawit PT.Lestari Tani Teladan (LTT) di Provinsi Sulawesi Tengah*
- Bioscience. 2013. *PT. Intertek Utama Service Waste Water Treatment plant (WWTP) Manual book*