

Desain Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Proses Biofilter “Up flow” di Rumah Sakit Pendidikan Unismuh Makassar

*Rohana¹, Fitriawan Umar², Sitti Zulaeha³

^{1,2}Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

³Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
rohana@unismuh.ac.id

*Alamat korespondensi, Masuk: 07 Maret 2020, Direvisi: 15 Maret 2020, Diterima: 23 Juni 2020

ABSTRAK: Dengan adanya peraturan bahwa setiap rumah sakit harus mengolah air limbah sampai standar yang diizinkan, maka rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar mengembangkan desain perencanaan kebutuhan teknologi pengolahan air limbah, yang murah dan hasilnya baik. Saat ini keberadaan IPAL di rumah sakit Unismuh, menggunakan sistem pengolahan limbah secara aerob dan anaerob, sedangkan keberadaan rumah sakit Pendidikan Unismuh yang letaknya berdekatan dengan pemukiman penduduk, tentunya dibutuhkan sistem pengolahan limbah yang baik, murah dan ramah lingkungan dengan menggunakan teknologi pengolahan air limbah, serta tidak mencemari air limbah masyarakat yang ada di sekitar pemukiman. Penelitian ini bertujuan tujuan untuk 1) mendesain tata letak dan perancangan IPAL aerob dan anaerob, ditinjau dari aspek teknis dan analisa aspek ekonomis, 2) mengaplikasikan hasil desain dengan menggunakan proses biofilter Up Flow berdasarkan skala ruang yang tersedia. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian lapangan (field research) dengan metode kualitatif yang menghasilkan data deskriptif. Sehingga hasil penelitian yang didapatkan yaitu pengelolaan limbah septic, masih perlu ditambahkan bak saringan biofilter “up flow” agar air buangan limbah yang sudah terfilter dari biofilter, dapat dibuang langsung ke saluran lingkungan tanpa harus merusak atau bahkan mencemari lingkungan penduduk di sekitar rumah sakit. Mengenai desain perencanaan pengelolaan limbah yang menggunakan system biofilter “up flow”, telah direkomendasikan sebuah rancangan layout IPAL untuk diaplikasikan pada pengelolaan limbah septic yang telah mengalami degradasi lingkungan.

Kata kunci: IPAL, Desain, Up Flow, Unismuh Makassar.

ABSTRACT: With the regulation that each hospital must process wastewater to the approved standards, the Unismuh Education hospital will develop a planning design for the wastewater treatment technology requirements, which are cheap and have good results. Currently, the presence of IPAL at Unismuh hospital uses an aerobic and anaerobic waste treatment system, while the existence of the Unismuh Education hospital which is located close to residential areas, is certainly systemized by polluting wastewater sewage treatment system which cheap and eco-friendly by polluting sewage treatment technologies, and not polluting wastewater around the settlement. This study aims to 1) design the layout and design of aerobic and anaerobic WWTP, in terms of technical aspects and economic aspects analysis, 2) apply the design results by using the Up Flow biofilter process based on the available space scale. The type of research used is field research (field research) with qualitative methods that produce descriptive data so that the research results obtained are septic waste management. Discharged directly into the environmental channel without having to damage or even pollute the environment for residents around the hospital. Regarding the design of waste management planning that uses an “up-flow” biofilter system, a WWTP layout design has been recommended to be applied to the management of septic waste that has undergone environmental degradation.

Keywords: WWTP, Design, Up Flow, Unismuh Makassar.

PENDAHULUAN Latar Belakang

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan salah satu sistem struktur yang

dirancang untuk membuang limbah biologis dan kimiawi pada air buangan, sehingga memungkinkan air dapat digunakan pada aktivitas yang lain. Selain itu pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah penduduk beserta aktivitasnya, jadi berkurang semenjak sistem IPAL digunakan pada beberapa fasilitas kesehatan, khususnya limbah yang terdapat di setiap rumah sakit.

Dengan adanya peraturan bahwa setiap rumah sakit harus mengolah air limbah sampai standar yang diizinkan, maka rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar mengembangkan desain perencanaan kebutuhan teknologi pengolahan air limbah, yang murah dan hasilnya baik.

Rumah Sakit Pendidikan Unismuh Makassar merupakan rumah sakit yang didirikan pada tahun 2011, pembangunannya dilaksanakan untuk memenuhi tingkat pelayanan masyarakat khususnya wilayah Kabupaten Gowa dan sekitarnya. Rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar menjadi sentra Pendidikan bagi mahasiswa kedokteran Universitas Muhammadiyah Makassar program studi kedokteran, dalam hal ini untuk memenuhi kegiatan praktik dalam bidang kedokteran. Pembangunan rumah sakit Pendidikan Unismuh sudah memasuki tahap persentase 95% bangunan fisik konstruksi, dan uji coba penggunaan IPAL pada rumah sakit, sudah dapat difungsikan.

Saat ini keberadaan IPAL di rumah sakit Unismuh, menggunakan sistem pengolahan limbah secara aerob dan anaerob, sedangkan keberadaan rumah sakit Pendidikan Unismuh yang letaknya berdekatan dengan pemukiman penduduk, tentunya dibutuhkan sistem pengolahan limbah yang baik, murah dan ramah lingkungan dengan menggunakan teknologi pengolahan air limbah, serta tidak mencemari air limbah masyarakat yang ada di sekitar pemukiman.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Menganalisis desain tata letak dan perancangan IPAL aerob dan anaerob, ditinjau dari kajian aspek teknis dan aspek ekonomis.
2. Mengaplikasikan desain perencanaan IPAL dengan menggunakan proses biofilter "Up Flow" berdasarkan skala ruang yang tersedia.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengolahan air limbah dimaksudkan untuk mengurangi konsentrasi unsur-unsur pencemar di dalam air limbah, sehingga aman dibuang ke badan air penerima. Teknologi pengolahan air limbah dengan proses pertumbuhan melekat dapat

digolongkan pada trickling filter, *rotating biological contactor* (RBC) dan kombinasi pertumbuhan melekat dan tersuspensi. Sistem pertumbuhan melekat atau biofilter dalam pengolahan air limbah rumah tangga, menggunakan media tempat berkembangnya mikroorganisme pengurai polutan air limbah, yang dapat berupa media alamiah atau media sintetis (Pd. T-04-2005-C).

Sistem pertumbuhan melekat atau sistem biofilter dengan kombinasi proses pertumbuhan tersuspensi dan melekat dapat menggunakan media diam terendam (*fixed film packing*) maupun media terfluidisasi. Proses tersebut dapat dilakukan dalam kondisi aerobik, anaerobik atau kombinasi anaerobik dan aerobik. Proses aerobik dilakukan dengan kondisi adanya oksigen terlarut dan proses anaerobik dilakukan tanpa adanya oksigen dalam reaktor air limbah [1].

Karakteristik Air Limbah

Air limbah biasanya bercampur dengan zat kimia anorganik yang berasal dari air bersih dan zat organik dari limbah itu sendiri. Saat keluar dari sumber, air limbah bersifat basa. Namun, air limbah yang sudah lama atau membusuk akan bersifat asam karena kandungan bahan organiknya telah mengalami proses dekomposisi yang dapat menimbulkan bau tidak menyenangkan.

Dalam [2] tentang komposisi campuran dari zat-zat dapat berupa:

1. Gabungan dengan nitrogen misalnya urea, protein, atau asam amino
2. Gabungan dengan non-nitrogen misalnya lemak, sabun, atau karbohidrat.

Beberapa parameter yang sering digunakan dalam mengetahui kualitas air limbah adalah dengan mengetahui kandungan BOD dan COD nya. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram/liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Untuk itu semua diperlukan waktu 100 hari pada suhu 20 ° C, akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu lima hari sehingga dikenal sebagai BOD₅. Sedangkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram per liter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi.

Proses Pengolahan Aerob dan Anaerob

Proses biofilter Anaerob bersifat mengurai polutan organik yang ada dalam air limbah menjadi

gas karbon dioksida dan *methan* sehingga penurunan kandungan BOD, COD, TSS (padatan tersuspensi).

Sedangkan proses biofilter Aerob adalah proses lanjutan setelah proses biofilter anaerob yang akan mengurai kembali sisa polutan organik menjadi gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O), amoniak akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat dan gas H_2S akan di rubah menjadi sulfat. Dengan menggunakan proses IPAL biofilter anaerob-aerob maka akan dapat dihasilkan air olahan dengan baku mutu sesuai BPLHD atau lingkungan hidup dengan konsumsi energi yang lebih rendah [3].

Sistem Pengolahan Limbah Biofilter "UpFlow"

Proses pengolahan air limbah dengan biofilter "up flow" ini terdiri dari bak pengendap, ditambah dengan beberapa bak biofilter yang diisi dengan media kerikil atau batu pecah, plastik atau media lain. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik bak pengendap yang terdiri atas 2 ruangan, ruang pertama berfungsi sebagai bak pengendap pertama, *sludge digestion* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur sedangkan ruang kedua berfungsi sebagai pengendap kedua dan penampung lumpur yang tidak terendapkan di bak pertama, dan air luapan dari bak pengendap dialirkan ke media filter dengan arah aliran dari bawah ke atas.

Setelah beberapa hari beroperasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap. Air luapan dari biofilter kemudian dibubuhi dengan *khlorine* atau kaporit untuk membunuh mikroorganisme patogen, kemudian dibuang langsung ke sungai atau saluran umum [4].

Keuntungan menggunakan Biofilter "Up Flow" antara lain :

Adanya air buangan yang melalui media kerikil yang terdapat pada biofilter lama kelamaan mengakibatkan timbulnya lapisan lendir yang menyelimuti kerikil atau yang disebut juga *biological film*. Air limbah yang masih mengandung zat organik yang belum teruraikan pada bak pengendap bila melalui lapisan lendir ini akan mengalami proses penguraian secara biologis. Efisiensi biofilter

tergantung dari luas kontak antara air limbah dengan mikro-organisme yang menempel pada permukaan media filter tersebut. Makin luas bidang kontakannya maka efisiensi penurunan konsentrasi zat organiknya (BOD) makin besar. Selain menghilangkan atau mengurangi konsentrasi BOD cara ini dapat juga mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi atau *suspended solids* (SS) dan konsentrasi total nitrogen dan posphor.

Biofilter juga berfungsi sebagai media penyaring air limbah yang melalui media. Sebagai akibatnya, air limbah yang mengandung *suspended solids* dan bakteri E.coli setelah melalui filter ini akan berkurang konsentrasinya. Efisiensi penyaringan akan sangat besar karena dengan adanya biofilter *up flow* yakni penyaringan dengan sistem aliran dari bawah ke atas akan mengurangi kecepatan partikel yang terdapat pada air buangan dan partikel yang tidak terbawa aliran ke atas akan mengendapkan di dasar bak filter. Sistem biofilter *Up Flow* ini sangat sederhana, operasinya mudah dan tanpa memakai bahan kimia serta tanpa membutuhkan energi. Poses ini cocok digunakan untuk mengolah air limbah dengan kapasitas yang tidak terlalu besar [5].

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian lapangan (*field research*) yang mencari data secara langsung ke obyek penelitian untuk memperoleh data kongkret dengan metode pendekatan kualitatif yang akan menghasilkan data deskriptif [6].

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian mencakup langkah-langkah pelaksanaan penelitian dari awal sampai akhir penelitian, yang diawali dengan tinjauan untuk menganalisis desain instalasi pengolahan air limbah, mengenali sistem operasional pada instalasi pengolahannya, mengidentifikasi data yang dibutuhkan, serta mengidentifikasi pustaka dan acuan yang akan digunakan.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperlukan berupa data primer yang diperoleh secara langsung di lapangan melalui hasil

survei dan wawancara dengan pengelola rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar, kemudian di analisis, lalu dilakukan pengamatan ulang pada desain IPAL, serta melakukan pengukuran kualitas air limbah. Untuk data sekunder diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Kementerian Kesehatan, Badan Pusat Statistik dan BMKG berupa dimensi desain, kapasitas data-data kualitas air limbah, curah hujan, jumlah penduduk, geografi dan topografi, serta perhitungan desain IPAL eksisting.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Pendidikan Unismuh yang beralamat di Tun Abd. Razak, Kabupaten Gowa, provinsi Sulawesi Selatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei mengenai penempatan IPAL pada rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar, teridentifikasi parameter pengolahan limbah yang diterapkan pada rumah sakit tersebut, dengan melakukan pengamatan dan peninjauan, yang selanjutnya di analisa kelayakan penempatan IPAL berdasarkan ketersediaan lahan, jarak jangkauan pengolahan limbah dan jenis karakteristik limbah, akan diuraikan berdasarkan jenis limbahnya, yaitu:

Limbah Medis:

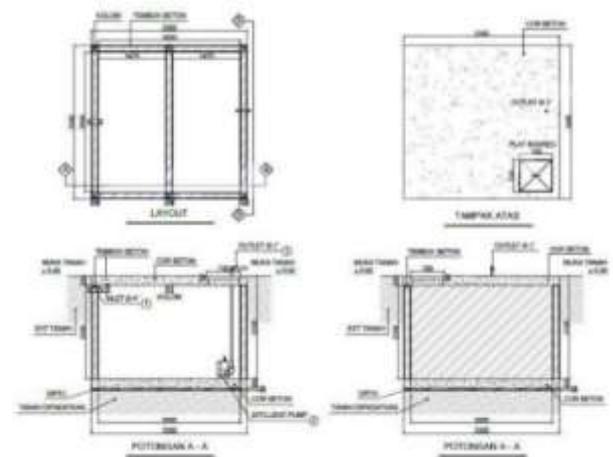
Dari hasil tinjauan mengenai buangan semua limbah yang dilakukan dalam aktivitas medis, sistem pengolahannya dilakukan secara langsung, diolah setelah dihasilkan dan penyimpanan menjadi pilihan terakhir jika limbah tidak dapat langsung diolah, Gambar 1.



Gambar 1. Bak pengolahan limbah medis

Beberapa sumber limbah cair yang dihasilkan, berasal dari limbah medis dan limbah non medis yang terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan, dan limbah dengan

kandungan logam berat yang tinggi. Limbah medis berasal dari pelayanan medis seperti ruang rawat inap, ruang rawat jalan, bedah sentral, ruang intensive care, poliklinik, radiologi, laboratorium. Sedangkan limbah nonmedis berasal dari kantin, gizi, laundry, kamar mandi, dan toilet.



Gambar 2. Diagram penampungan limbah medis

Diagram alur pengolahan limbah medis pada rumah sakit tersebut, baik dari segi ketersediaan lahan, jarak jangkauan pengolahan limbah dan jenis karakteristik limbah, masih memenuhi standar kelayakan penyediaan IPAL berdasarkan Pedoman Penyediaan Sarana Pengolahan Limbah, Gambar 2.

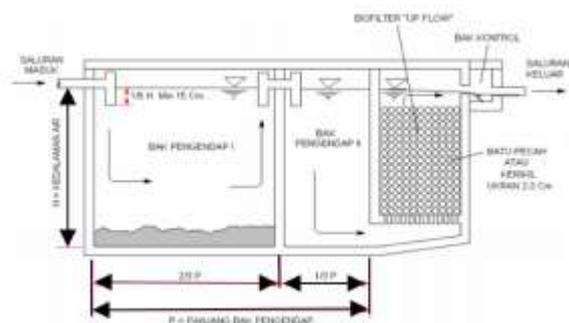
Limbah Septic

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kondisi tanah dan air di wilayah rumah sakit, cenderung berwarna abu-abu. Kondisi tersebut akan memudahkan bagi limbah septik dalam hal pengendapan. Sedangkan penyediaan limbah septik yang ada saat ini, menggunakan sistem pengolahan reaktor biofilter anaerob, reaktor ini dipasang secara seri terhadap reaktor biofilter aerob, dengan bahan pasangan batu bata berbentuk persegi panjang tertutup, media filter yang digunakan batu apung dan kerikil atau pecahan batu kali dengan diameter 2-3 cm, Gambar 3.



Gambar 3. Bak pengolahan limbah septik

Oleh karena itu, desain dan prinsip pengelolaan limbah yang dapat digunakan yaitu pengelolaan dengan biofilter *up flow*, yang secara garis besar, prinsip kerja septik dengan filter “*up flow*”, pada dasarnya sama dengan tangki septik biasa yaitu terdiri dari bak pengendap ditambah dengan filter yang diisi dengan batu kerikil atau batu pecah. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah atau tinja, dilakukan oleh bakteri anaerobik. Bak pengendap terdiri atas 2 ruangan, yang pertama *sludge digestion* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur. Sedangkan ruang kedua berfungsi sebagai pengendap kedua dan penampung lumpur yang tidak terendapkan di bak pertama, dan air luapan dari bak pengendap dialirkan ke media filter dengan arah aliran dari atas ke bawah, Gambar 4.



Gambar 4. Desain pengembangan limbah septik

Mengenai penempatan limbah septik, peletakkannya tidak terlalu jauh dari jaringan-jaringan induk bangunan rumah sakit. Karena septik tank merupakan penampungan air limbah dan proses penghancuran kotoran-kotoran yang masuk, air limbah ini akan mengalir ke rembesan/ sumur peresapan yang jaraknya tidak jauh dari *septic tank*, begitu juga penempatan *septic tank* tidak terlalu jauh dari WC (*water closet*).

Konstruksi *septic tank* disekat dengan dinding bata dan di atasnya diberi penutup dengan pelat beton dilengkapi penutup kontrol dan diberi pipa hawa T dengan diameter $\varnothing 2\frac{1}{2}$ “, sebagai hubungan agar ada udara/oksigen ke dalam *septic tank* sehingga bakteri menjadi subur dan juga sebagai pemusnah kotoran tinja yang masuk ke dalam bak penampungan.

Limbah Laundry

Air limbah yang dihasilkan dari proses laundry, mempunyai komposisi dan kandungan yang bervariasi. Hal ini disebabkan variasi kandungan kotoran di pakaian, komposisi dan

jumlah detergen yang digunakan serta teknologi yang dipakai. Selain itu terdapat perbedaan konsentrasi antara air limbah laundry yang dihasilkan dari rumah sakit dengan air limbah dari rumah tangga atau jasa laundry.

Untuk penempatan bak penampungan limbah laundry, kapasitas yang digunakan dalam proses pengolahan limbah tersebut yaitu menggunakan sistem biofilter teknologi dari PTB (*potential tank body*)/ bak penangkap lemak dari urusan gizi maupun *laundry*, bak *screening*, bak ekualisasi, pompa *inlet*, *alchimia*, *blower* udara, bak chlorinasi, *aero-reactor* (KOMPAK 40), dan bak indikator. Hal tersebut sudah sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1204/MENKES/SK/X/2004.

Setelah dilakukan analisa dari beberapa jenis limbah yang dihasilkan rumah sakit Unismuh, pengelolaan dari limbah medis dan limbah laundry yang memenuhi kriteria standar penyediaan IPAL untuk skala rumah sakit, ditinjau dari aspek teknis dan aspek ekonomisnya. Sedangkan pengelolaan limbah septik, masih perlu ditambahkan bak saringan biofilter “*up flow*” agar air buangan limbah yang sudah terfilter dari biofilter, dapat dibuang langsung ke saluran masyarakat tanpa harus merusak atau bahkan mencemari lingkungan penduduk di sekitar rumah sakit tersebut.

Mengenai desain perencanaan pengelolaan limbah yang menggunakan sistem biofilter “*up flow*”, telah direkomendasikan sebuah rancangan layout IPAL untuk diaplikasikan pada pengelolaan limbah septik yang telah mengalami degradasi lingkungan.

Untuk material pipa yang digunakan, sudah memenuhi persyaratan, yaitu menggunakan PVC, dimana material tersebut bersifat tidak korosif dan tahan terhadap kondisi asam atau basa. Saluran pembuangan limbah menggunakan sistem saluran tertutup, bersifat kedap air, dan terpisah dari saluran air hujan. Sedangkan untuk jarak IPAL dengan sumber air bersih yang ada di rumah sakit Pendidikan Unismuh juga sudah memenuhi persyaratan dimana jaraknya lebih dari 10 meter.

Perawatan IPAL

IPAL tidak memerlukan perawatan yang khusus, tetapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Sistem Pemeliharaan IPAL di rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar, dilakukan sesuai dengan prosedur yang ada di rumah sakit tersebut. Pemeliharaan IPAL pada prinsipnya relatif mudah dilakukan. Yang terpenting adalah menjaga agar limbah padat tidak masuk ke dalam sistem

perpipaan dan mencegah adanya penyumbatan-penyumbatan. Untuk mencegah limbah padat masuk dan mencegah terjadinya penyumbatan-penyumbatan, maka perlu selalu dilakukan pembersihan pada bak *screening* dan bak ekualisasi dari sampah padat secara rutin. Sedangkan material yang digunakan adalah kaporit berupa *khlorin* sebagai desinfektan. Untuk pengawasan terhadap peralatan dan mesin dilakukan secara rutin 6 kali dalam sebulan [7].

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa sumber limbah cair yang berasal dari limbah medis seperti ruang rawat jalan, ruang rawat inap, bedah sentral, UGD, laboratorium, laundry, dialirkan semuanya menuju IPAL. Penelitian ini, dilakukan identifikasi perencanaan penempatan limbah pada rumah sakit Pendidikan Unismuh.

Perencanaan Pengolahan Limbah Cair rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar (Instalasi Pengolahan Air Limbah), didesain berdasarkan

karakteristik limbah cair yang masuk dari beberapa sumber pengeluaran limbah. Air limbah dari berbagai unit disalurkan secara gravitasi menuju bak control (bak *screening*) yang selanjutnya dipompa untuk diolah dengan menggunakan biofilter aerob dan anaerob melalui sistem *diffuser*.

Untuk penerapan sistem biofilter *Up Flow*, diaplikasikan pada pengolahan limbah septik, karena daya dukung tanah dan air di wilayah tersebut cenderung berwarna abu-abu, yang tentunya akan mempengaruhi pengendapan limbah. Sedangkan pengelolaan limbah lainnya, menggunakan sistem pengelolaan *diffuser*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LP3M Universitas Muhammadiyah Makassar atas dukungan Financial terhadap penelitian ini, dan juga pembimbingan selama penelitian berjalan, serta pengelola rumah sakit Pendidikan Unismuh Makassar yang memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hastuti, Elis, (2014) Kajian Penerapan Teknologi Biofilter skala Komunal untuk memenuhi Standar Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik. Jurnal Standarisasi, Vol.16 No. 3.
- [2] Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan (2012) Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan. Jakarta.
- [3] Rachma, Icha (2012) Penggunaan Lumpur Aktif untuk menurunkan kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan logam berat jenis timbal (Pb) dan Cadmium (CD) pada limbah cair pencelupan industri batik. *ECOTROPHIC* 7 (2): 164-172.
- [4] Idaman S, Nusa (2010) Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob Tercelup untuk Pengolahan Air Limbah Domestik. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan, BPPT.
- [5] Idaman S, Nusa dkk (1999) Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair. Buku: Direktorat Teknologi Lingkungan Kedeputusan Bidang Teknologi Informasi, Energi dan Material Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- [6] Sutrisno H (2001) Metodologi Rasearch, Jilid 1, hal. 66, Andi Offset, Yogyakarta.
- [7] Ningrum P, Khalista N (2014) Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit X Kabupaten Jember. *Jurnal Ikesma*, Vol. 10 No. 2, September 2014.



© 2019 the Author(s), licensee Jurnal LINEARS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)