

# Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Umum Pusat Prof. Dr. R. D. Kandou Manado

Preisi Goni<sup>#1</sup>, Isri R. Mangangka<sup>#2</sup>, O. B. A. Sompie<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>preisi.goni98@gmail.com; <sup>2</sup>isri.mangangka@unsrat.ac.id; <sup>3</sup>bsompie@yahoo.com

## Abstrak

Melalui hasil observasi dilapangan diketahui RSUP Prof Dr.R. D. Kandou Manado telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), meskipun demikian limbah yang dihasilkan dikhawatirkan masih mengandung bahan berbahaya yang memiliki potensi yang berdampak penting terhadap penurunan kualitas lingkungan dan secara langsung memiliki potensi bahaya kesehatan bagi penduduk sekitar rumah sakit. Hal ini terlihat dari adanya septic tank pada setiap bangunan unit-unit kesehatan dan perawatan pasien yang dilengkapi dengan bak control untuk mengolah air limbah terutama dari toilet sehingga proses anaerobic dapat terjadi untuk meminimalisasi parameter pencemar terutama COD dan BOD sebelum diolah di IPAL. Untuk limbah non WC seperti air cucian dari watafel atau keran-keran pada setiap unit kesehatan langsung dialirkan ke IPAL. Analisis data sekunder meliputi parameter yaitu pH, COD, BOD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak. rincian analisis data sekunder dapat dilihat dari analisi inlet dan outlet IPAL. Dari hasil (I) penelitian dapat dilihat bahwa IPAL yang dimiliki RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado termasuk dalam kategori cukup efisien. Cukup efisien kinerja IPAL tersebut dapat dilihat dari penurunan kandungan BOD dari 76 mg/l menjadi 16 mg/l, kandungan COD dari 79 mg/l menjadi 35 mg/l, kandungan TSS dari 28 mg/l menjadi 2 mg/l, kandungan Minyak dan Lemak dari 1,4 mg/l menjadi 1,3 mg/l, dan Amoniak dari 72 mg/l menjadi 32 mg/l. Kiranya penelitian ini bisa Memberikan kontribusi ilmiah terhadap peningkatan kinerja sistem IPAL rumah sakit umum pusat Prof. Dr. R. D. Kandou Manado agar efluen yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu.

**Kata kunci** – Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pH, COD, BOD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Rumah sakit sebagai sarana pelayanan kesehatan merupakan salah satu penyumbang limbah bagi suatu daerah. Dalam pelaksanaannya rumah sakit menghasilkan limbah.

Limbah rumah sakit merupakan semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair, dan gas yang mengandung mikroorganisme patogen, bersifat infeksius, bahan kimia berbahaya dan sedikit bersifat radioaktif. Limbah padat rumah sakit dibedakan menjadi limbah padat medis dan non medis. Limbah padat medis dibedakan menjadi limbah infeksius, limbah patologis, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah container bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi (Lulu, 2012:1). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004 limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun, dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan.

Rumah sakit di Indonesia menghasilkan limbah dalam jumlah besar, beberapa diantaranya membahayakan kesehatan dan berdampak kelingkuhan. Hasil studi pengolahan limbah cair rumah sakit di Indonesia menunjukkan hanya 53,4% rumah sakit yang melaksanakan pengolahan limbah cair. Pemeriksaan kualitas limbah cair hanya dilakukan oleh 57,5% rumah sakit. Dari gambaran tersebut dapat dibayangkan betapa besar potensi rumah sakit untuk mencemari lingkungan dan kemungkinannya menimbulkan kecelakaan serta penularan penyakit (Adisasmito, 2009:7).

Sejak IPAL RSUP Prof Dr.R. D. Kandou Manado dioperasikan hingga sekarang belum pernah ada evaluasi untuk mengkaji kinerja proses unit IPAL. Oleh karena itu, dibutuhkan adanya suatu evaluasi yang terkait dengan kinerja instalasi pengolahan air limbah untuk mengetahui seberapa besar efektifitas kinerja

unit IPAL dalam mengolah air limbah. Selain itu evaluasi juga berfungsi menganalisis masalah apa saja yang menyebabkan air limbah belum memenuhi syarat baku mutu. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk memberikan saran perbaikan kepada RSUP Prof Dr.R. D. Kandou Manado terhadap peningkatan kinerja proses IPAL.

Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar rumah sakit di Indonesia belum menerapkan sistem pengelolaan limbah yang sesuai dengan yang seharusnya. Dan juga berdasarkan data diatas, RSUP Prof Dr.R. D. Kandou Manado adalah rumah sakit umum kelas tipe A score pelayanan adalah tingkat nasional. Dalam pelaksanaannya menghasilkan limbah yang salah satunya adalah limbah cair. Rumah sakit belum sepenuhnya dapat menjelaskan fungsinya

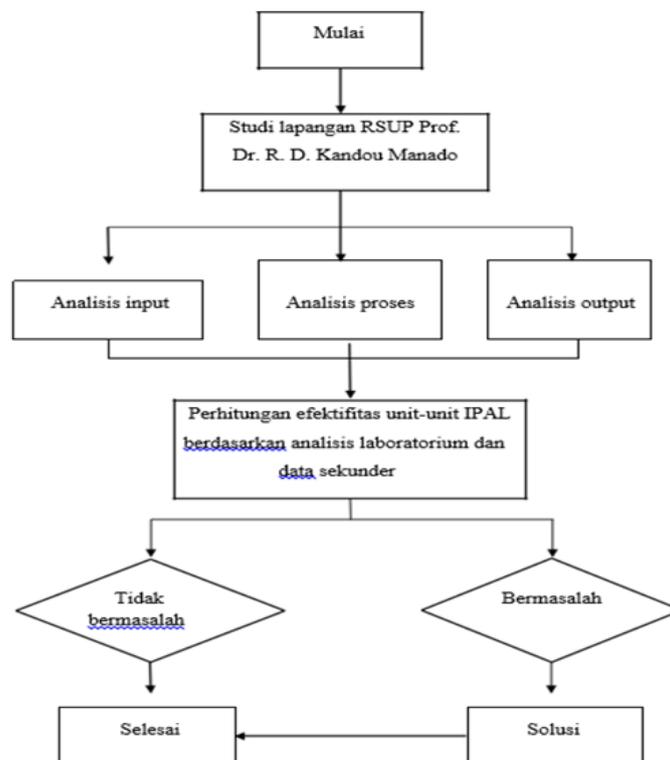
sebagai sarana untuk penyembuhan orang sakit, bukan sebagai sarana penyebaran penyakit baru.

**B. Batasan Masalah**

1. Sehubungan dengan pandemi COVID-19 maka penelitian hanya menggunakan data sekunder yang diperoleh dari RSUP Prof. Dr. R.D Kandou Manado.
2. Tidak dilakukan pengambilan sampel pada Instalasi Pengolahan Air Limbah.

**C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil analisis efektivitas kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dalam menurunkan kadar pencemar.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

Lokasi penelitian berada di Rumah Sakit Umum Pusat Prof. Dr. R. D. Kandou Manado Kelurahan Malalayang II, kecamatan Malalayang, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Pada penelitian ini, akan dilakukan studi lapangan di rumah sakit yang akan dijadikan lokasi studi kasus, yaitu RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. Di lokasi studi kasus ini akan dilakukan evaluasi terkait dengan efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. Evaluasi yang akan dilakukan adalah pada bangunan pengolahan air limbah yang ada

dikaitkan dengan input yang masuk, proses yang berjalan pada unit-unit yang ada di rumah sakit sebagai penghasil limbah, termasuk limbah yang dihasilkan di akhir proses. Evaluasi yang dilakukan adalah perbandingan antara output air limbah yang keluar dari unit pengolahan dengan baku mutu yang diizinkan oleh pemerintah, dalam hal ini mengacu pada PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016.

Data yang diperlukan berupa data sekunder yaitu data-data yang sudah ada sebelumnya tanpa dilakukan penelitian langsung dilapangan. Data sekunder yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini meliputi: analisis input, analisis proses, analisis output.

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari studi lapangan ke IPAL RSUP Pror.Dr.R.D Kandou Manado, tiap-tiap unit pengolahan akan dianalisis berdasarkan teori yang ada pada literatur. Analisis ini meliputi perhitungan efektifitas kinerja unit pengolahan pada IPAL rumah sakit yang ditandai dengan persentase removal pencemar. Evaluasi kinerja IPAL ini akan didasarkan pada besarnya presentase removal dan perbandingan kualitas effluent dengan baku mutu yang diizinkan (berdasarkan PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016 Tentang Limbah Cair Domestik). Selanjutnya mekanisme penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Analisis Parameter Kinerja Dengan Data Sekunder

Hasil pada tabel 1 menunjukkan hasil pemeriksaan laboratorium pada inlet IPAL berada pada rentang sedang. Nilai pH 7,63 menunjukkan bahwa suasana air limbah berada dalam kondisi netral dan ini akan mendukung untuk pengolahan selanjutnya. Kondisi terlalu asam atau terlalu basa akan mengganggu kinerja proses di IPAL, yaitu untuk keberlangsungan proses yang dibantu oleh mikroorganisme.

#### B. Analisis Outlet IPAL

Berdasarkan hasil analisis laboratorium kualitas effluent IPAL Rumah Sakit Umum Pusat Prof.Dr.R.D Kandou Manado adalah seperti yang terdapat pada Table 2.

#### C. Kinerja Bangunan Pengolahan Air Limbah

Kinerja dari bangunan pengolahan air limbah pada masing-masing unit yang ada pada IPAL RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado dapat dilihat pada Tabel 3.

#### D. Analisis Kapasitas IPAL dan Timbulan Limbah Cair

Berdasarkan data hasil pemeriksaan laboratorium, dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan parameter yang diukur pada outlet IPAL berada di bawah baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016. Hampir keseluruhan karena parameter amoniak masi berada di atas baku mutu. Sedangkan efisiensi instalasi pengolahan air limbah cair RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado dapat dihitung berdasarkan perbandingan kualitas influen dan effluent IPAL. Efisiensi adalah sama dengan prosen removal, atau besarnya (dalam prosen) berkurangnya kandungan pencemar. Adapun efisiensi pengolahan air limbah dapat dilihat pada tabel 4. Pada dasarnya, terdapat beberapa cara yang bisa dilakukan untuk mengetahui debit air limbah yang masuk ke unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pertama, dengan pengukuran secara manual. Pelaksanaan dari metode ini yaitu dengan menggunakan wadah/ember

yang diketahui volumenya dan alat pengukur waktu (stopwatch). Akan tetapi, kondisi eksisting unit IPAL di RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado tidak memungkinkan untuk dilakukan perhitungan debit secara manual. Hal ini disebabkan karena konstruksi bangunan inlet IPAL yang berada di bawah tanah.

Berdasarkan data hasil pemeriksaan laboratorium, dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan parameter yang diukur pada outlet IPAL berada di bawah baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016. Hampir keseluruhan karena parameter amoniak masi berada di atas baku mutu. Sedangkan efisiensi instalasi pengolahan air limbah cair RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado dapat dihitung berdasarkan perbandingan kualitas influen dan effluent IPAL. Efisiensi adalah sama dengan prosen removal, atau besarnya (dalam prosen) berkurangnya kandungan pencemar. Adapun efisiensi pengolahan air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.

Karena tidak memungkinkan pengukuran secara manual, maka perhitungan debit air limbah rumah sakit yang masuk ke unit IPAL adalah berdasarkan data sekunder yang ada pada pihak rumah sakit. Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari pihak RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado diketahui berdasarkan Jumlah Tempat Tidur dan Jumlah Pegawai. Metode ini merupakan metode yang digunakan dalam perhitungan debit air limbah cair rumah sakit. Berdasarkan data dari pihak rumah sakit, diketahui jumlah tempat tidur 819 bed dan jumlah pegawai 2357 pegawai. Maka perhitungan adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Asumsi kebutuhan air bersih tiap bed

= 500 lt/bed/hari

Asumsi kebutuhan air bersih tiap pegawai

= 40 lt/hari

Jumlah pemakain air bersih L/hari:

Pasien = jumlah bed x pemakaian/pasien

= 819 bed x 500 L/hari

= 409.500 L

Pegawai = jumlah pegawai x pemakaian

= 2357 pegawai x 40 L/hari

= 94.240 L

Jumlah pemakain air bersih L/hari = 503.740

Jumlah produksi IPAL/hari

= (jumlah pemakain air bersih x 20%)/100

= (503.740 x 20%)/100

= 100.748 L = 175 m<sup>3</sup>/hari

#### E. Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah

Berdasarkan data hasil pemeriksaan laboratorium, dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan parameter yang diukur pada outlet IPAL berada di bawah baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016. Hampir keseluruhan karena parameter amoniak masi berada di atas baku mutu. Sedangkan efisiensi instalasi pengolahan air limbah cair RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado dapat dihitung berdasarkan perbandingan kualitas influen dan

effluent IPAL. Efisiensi adalah sama dengan prosen kandungan pencemar. Adapun efisiensi pengolahan air removal, atau besarnya (dalam prosen) berkurangnya limbah dapat dilihat pada Tabel 4.

**TABEL 1**  
**Hasil Pemeriksaan Parameter Air Limbah pada Inlet IPAL**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pemeriksaan	Metode Pengujian
1	pH*	-	-	7,63	SNI.06-6989.11-2004
2	BOD	mg/L	30	76	SNI.6989.72.2009
2	COD*	mg/L	100	79	SNI.6989.2.2009
3	TSS*	mg/L	30	28	SNI.06-6989.3.2004
4	Minyak & Lemak	mg/L	5	1,4	SNI.6989.10.2011
5	Amoniak	mg/L	10	72	Method 8038 Nessler method/hach

Sumber: Laboratorium BTKL, 31 oktober 2019

**TABEL 2**  
**Hasil Pemeriksaan Parameter Air Limbah pada Outlet IPAL**

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pemeriksaan	Metode Pengujian
1	pH*	-	6-9	7,80	SNI.06-6989.11-2004
2	BOD	mg/L	30	16	SNI.6989.72.2009
3	COD*	mg/L	100	35	SNI.6989.2.2009
4	TSS*	mg/L	30	2	SNI.06-6989.3.2004
5	Minyak & Lemak	mg/L	5	1,3	SNI.6989.10.2011
6	Amoniak	mg/L	10	32	Method 8038 Nessler method/hach

Sumber: Laboratorium BTKL, 31 oktober 2019

**TABEL 3**  
**Hasil Pemeriksaan Kinerja Bangunan Pengolahan Air Limbah**

No.	Unit IPAL	Parameter	Keterangan
1	Bak Penangkap Lemak (Grease Trap)	Minyak dan lemak	Kandungan minyak dan lemak berada di bawah baku mutu. Berarti pengolahan air limbah di bak penangkap lemak ini berjalan dengan efektif.
2	Bak Ekualisasi	Parameter desain (kedalaman bak)	Bak ekualisasi yang ada di IPAL RSUP Prof.Dr. R. D Kandou Manado ini memiliki kedalaman 10,5 m, sehingga dapat dikatakan bahwa bak ekualisasi ini belum memenuhi kriteria desain.
3	Tangki Klarifikasi/Sedimentasi (Clarifier Tank/ Sedimentasi Tank)	TSS	Dari hasil pemeriksaan outlet IPAL, kandungan TSS berada di bawah baku mutu. Melihat juga perbandingan kualitas inlet dan outlet IPAL, kandungan TSS mengalami penurunan dari 28 mg/L menjadi 2 mg/L. Sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja dari unit sedimentasi sudah berjalan efektif.
4	FBK-Bioreaktor (feedback cascade) Unit Aerasi	BOD	Pemeriksaan kandungan BOD pada outlet IPAL berada di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016 yaitu sebesar 30 mg/l. ini menunjukkan bahwa kinerja unit FBK-Bioreaktor ini berjalan dengan baik.
5	Unit Klorinasi (Chlorination)	Amoniak	Kandungan amoniak pada outlet IPAL masih berada di atas baku mutu yang sudah ditetapkan. Ini menunjukkan bahwa kinerja dari unit Klorinasi belum berjalan dengan baik.
6	Kolam Indikator	Ikan mas	Dengan didapatnya ada ikan mas yang masih hidup didalam kolam indikator menunjukkan bahwa sistem IPAL RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado berfungsi dengan baik.

Sumber: Hasil Penelitian, 2020

**TABEL 4**  
**Perbandingan Kualitas Influent dan Effluent Limbah Cair pada IPAL RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado**

Parameter	Influent (mg/L)	Effluent (mg/L)	Efisiensi
pH	7,63	7,80	-
BOD	76	16	Efisiensi $\frac{76 - 16}{76} \times 100\% = 78,94\%$
COD	79	35	Efisiensi $\frac{79 - 35}{79} \times 100\% = 55,69\%$
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	28	2	Efisiensi $\frac{28 - 2}{28} \times 100\% = 92,85\%$
Mnyak dan Lemak	1,4	1,3	Efisiensi $\frac{1,4 - 1,3}{1,4} \times 100\% = 7,14\%$
Amoniak	72	32	Efisiensi $\frac{72 - 32}{72} \times 100\% = 55,5\%$

Sumber: Hasil Penelitian, 2020

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kinerja yang telah dilakukan di RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kinerja IPAL RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado cukup baik dan mampu menghilangkan zat pencemar secara signifikan masing-masing berturut-turut BOD 79%, COD 56%, TSS 93%, minyak dan lemak 7%, dan amoniak 56%.
2. Meskipun kinerja IPAL RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado cukup baik karena dapat menurunkan kadar hamper semua parameter pencemar hingga di bawah ambang batas, namun kandungan amoniak pada outlet sebesar 32 mg/L masih melampaui ambang batas yaitu sebesar 10 mg/L. dengan demikian, meskipun IPAL RSUP RSUP Prof.Dr.R.D Kandou Manado memiliki kinerja yang baik namun belum sempurna.

##### B. Saran

1. Karena kandungan amoniak pada effluent masih melampaui ambang batas yang disyaratkan menurut PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016, maka kiranya dapat memperbaiki kembali Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), agar kandungan amoniak pada air limbah yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
2. Penelitian ini hanya dilakukan terhadap 6 parameter, untuk mengetahui kinerja IPAL dalam menurunkan konsentrasi parameter-parameter lainnya seperti nitrit (NO<sub>2</sub>-), nitrat (NO<sub>3</sub>), Khlorida (CL-), Sulfat (SO<sub>4</sub>-), cadium (Cd), timbal (Pb), tembaga (Cu), besi (Fe), dan warna (skala Pt-Co) perlu dilakukan penelitian yang lain

#### KUTIPAN

##### Buku

- [1] Adisasmito, W. (2009). Sistem kesehatan. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- [2] Azwar,.A., 2002. Menjaga Mutu Pelayanan Kesehatan Aplikasi Prinsip Lingkaran Pemecahan Masalah. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- [3] D, Lulu. (2012). The Everlasting Stories Of Suju, Jakarta: Gagas Media.
- [4] Depkes RI. 2006. Pedoman Penyelenggaraan dan Prosedur Rekam Medis Rumah Sakit di Indonesia. Jakarta: Depkes RI.
- [5] Depkes RI. 1994. Pedoman Pencatatan Kegiatan Pelayanan Rumah Sakit Di Indonesia. Jakarta: Depkes RI.
- [6] John Tampion, M. D. Tampion (1987). Immobilized Cells: Principles and applications. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-25556-1.
- [7] Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004. Tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit
- [8] Lestari, E.G. 2008. Kultur Jaringan. AkaDemia. 60 hlm.
- [9] Metcalf, Eddy (2004). Waste Water Treatment. Mc. Graw Hill.
- [10] Metcalf and Eddy. 2003. Wastewater Enggining: Treatment, Disposal, and Reuse. Mc Graw Hill Inc. Newyork.
- [11] Nasution. 2011. Metode Research Penelitian Ilmiah. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [12] Peraturan Menteri Kesehatan RI No.340/Menkes/Per/III/2010 Klasifikasi rumah sakit.
- [13] Peraturan menteri LHK-RI No.68 Tahun 2016.
- [14] Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant (Planning, Design, and Operation). CBS College Publishing. USA
- [15] Radledge C, Kristiansen B. (2001). Basic Biotechnology. Cambridge: Cambridge University Pr. Hal. 5-17.

- [16] Reynold Richard, (1996). Unit Operation and Process. PWS Publishing Company
- [17] Rumah sakit umum pusat Prof.Dr. R. D. Kandou. 2020. Instalasi pemeliharaan sarana Gedung peralatan non medik dan sanitasi. Manado.
- [18] Matsuo, Growth and novel structural features of tubular biofilms produced under different hydrodynamic conditions, *Water Sci. Technol.* 41 (2000) 129–138.
- [19] Said, & Wahjono. (1999). Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. Jakarta: BPPT.
- [20] Sawyer, C.N., P. L. McCarty, and G. F. Parkin, (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science: Fifth Edition.* McGraw Hill Companies, Inc., Boston.
- [21] Villadsen J, Liden G. 2003. *Bioreaktor Engineering Principles.* New York: Plenum Press. Hal. 11-15
- Jurnal*
- [22] Fajrin Anwari, dkk, (2011), Studi Penurunan Kadar Bod, Cod, Tss Dan pH Limbah Pabrik Tahu Menggunakan Metode Aerasi Bertingkat, *Prestasi*, Volume 1, Nomor 1, Desember 2011 ISSN 2089-9122.
- [23] Herlambang, A dan R. Marsidi. 2003. Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitrat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*; Vol 4 (1): 46-55.
- [24] Konstruksi Subsurface-Flow Wetland dan Biofilter Dengan Tumbuhan Kana (*Canna indica*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits* Vol. 2 No. 1
- [25] Nurdijanto S.A., et al., 2011. Rancang Bangun dan Rekayasa Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. *Jurnal Ilmu Lingkungan. UNDIP*, Vol.9, No.1, April 2011.
- [26] Said, N. 2000. Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* Vol.1No.2: 101-113.