

EFISIENSI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN SISTEM *CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE* TERMODIFIKASI *ATTACHED GROWTH MEDIA* DI IPAL RSUD ULIN

¹Muhammad Syahirul Alim, ²Rijali Noor.

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

¹syahirul.alim@ulm.ac.id, ²rijali.noor@ulm.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima : 12 September 2021

Direvisi : 05 November 2021

Disetujui : 11 Desember 2021

Kata Kunci :

Activated Sludge, BOD, bola plastik, IPAL

ABSTRAK

Peningkatan kualitas pengelolaan lingkungan khususnya pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Ulin Banjarmasin Kalimantan Selatan seingkali terjadi karena terbentuknya beban puncak dari peningkatan debit air limbah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan efisiensi dari kinerja pengolahan air limbah pada IPAL RSUD Ulin yang menggunakan *conventional activated sludge* dengan penambahan media bola plastik di kolam aerasi sebagai *attached growth* media berkembang biaknya mikroorganisme pengurai air limbah. Pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis laporan hasil uji (LHU) kualitas air limbah bulanan pada *influen* dan *effluent* IPAL selama tahun 2020, sehingga dapat ditentukan penyisihan polutan tertinggi untuk parameter baku mutu air limbah pada IPAL sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016. Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan rata-rata yang ditunjukkan oleh IPAL untuk ammonia, TSS, BOD, dan COD masing-masing sebesar 80,10%; 79,00%; 67,29%; dan 67,28%. Efisiensi tertinggi mencapai 100 % ditemukan pada TSS dan ammonia pada bulan Mei, sedangkan untuk BOD dan COD sebesar 91,60% dan 91,70% pada bulan Juni.

I. PENDAHULUAN

Karakteristik limbah rumah sakit mempunyai karakteristik hampir sama dengan limbah domestik yaitu mempunyai komposisi bahan buangan dari polutan penyakit infeksi yang merupakan bahan buangan dari kamar pasien yang keberadaannya sangat merugikan baik manusia maupun makhluk hidup lainnya apabila tidak ditangani dengan tepat. Selain menimbulkan penyakit limbah seperti infeksi nosokomial, juga dapat menurunkan estetika karena menimbulkan bau tidak sedap. Setiap kegiatan rumah sakit menghasilkan limbah dengan karakteristik yang beragam. Air limbah yang dihasilkan dari ruang perawatan, laboratorium, farmasi, dan lainnya dengan kandungan organik tinggi dan bersifat berbahaya dan beracun [1]. Sedangkan kegiatan non-medis seperti kamar mandi dan wastafel, pencucian baju, serta layanan gizi menghasilkan limbah domestik dengan kuantitas jumlah besar baik dari limbah padatnya, cair, maupun gas [2]. Meskipun demikian, pengolahan air limbah *eksisting* di RSUD Ulin menggunakan pengolahan dengan sistem terpusat sehingga semua air limbah diolah secara bersamaan. Oleh karena itu diperlukan analisis yang tepat untuk mengetahui kemampuan penyisihan polutan parameter BOD, COD, TSS dan Ammoniak dalam air limbah oleh IPAL RSUD Ulin, dimana selama ini proses pengolahan air limbah yang umum digunakan adalah dengan *Activated Sludge* tanpa dimodifikasi dengan sistem *Attached Growth*. Proses pengolahan air limbah RSUD Ulin menggunakan IPAL dengan proses aerasi lumpur aktif yang dipadukan dengan penambahan media bola plastik (bioball bola media) sebagai sarana tumbuh berkembang bakteri dalam menguraikan beban pencemar[3] sehingga perlu diketahui efisiensi dan kinerja dalam pengolahan air limbah di IPAL tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada IPAL RSUD Ulin yang berlokasi di jalan A. Yani Km2,5 Banjarmasin Kalimantan Selatan, Berdasarkan hasil dari pemeriksaan *effluent* IPAL RSUD Ulin bila dibandingkan dengan *effluent standart* telah memenuhi maka dapat dikatakan bahwa proses penilaian terhadap kualitas limbah yang masuk ke instalasi sudah diterapkan dengan tepat dan sesuai dengan prosedur. Pelaporan tentang kualitas air limbah ini dilakukan secara *intern dan extern*. Laporan *intern* diberikan kepada Direktur Rumah Sakit, Wakil Direktur dan Instansi terkait pelaporan ini dilakukan tiap satu bulan sekali. Sedangkan untuk pelaporan *extern* diberikan ke Dinas Lingkungan Hidup Kota Banjarmasin setiap 3 (tiga) bulan sekali [4].

A. Tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi dan menentukan Efisiensi kinerja IPAL dengan sistem *Conventional Activated Sludge* termodifikasi *Attached Growth Media* di IPAL RSUD Ulin Banjarmasin Kalimantan Selatan. Kemudian menentukan nilai efisiensi kinerja IPAL dan analisa terhadap hasil identifikasi tersebut.

- Dimulai dari penentuan rumusan masalah yang akan dibahas yaitu faktor apa saja pada proses di IPAL, Efisiensi kinerja IPAL *Conventional Activated Sludge* termodifikasi *Attached Growth Media*.
- Melakukan pengumpulan data berupa data LHU yang diperoleh secara langsung melalui pengelola IPAL RSUD Ulin dengan hasil pemantauan atau kualitas *influen* dan *effluen* yang telah dilakukan secara periodik untuk pengawasan dan pemantauan IPAL

- c) Data hasil data LHU tersebut dikompilasi dengan data berdasarkan literatur yang kemudian dapat dibuat analisa kinerja IPAL.
- d) Selanjutnya hasil LHU dianalisa secara langsung untuk mengetahui parameter apa saja yang mempunyai nilai *removal* tertinggi dari proses pada *Conventional Activated Sludge* termodifikasi *Attached Growth Media* di IPAL tersebut.
- e) Setelah mengetahui hasil analisa, maka dilakukan evaluasi proses kembali kepada beberapa unit proses terkait untuk mengetahui tindakan pengendalian apa saja yang dapat diambil untuk menangani permasalahan yang terjadi.
- f) Selanjutnya dibuatlah kesimpulan mengenai tindakan pengelolaan apa saja yang akan diambil atau paling disarankan dalam mengatasi maupun meningkatkan kinerja dari IPAL.

B. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat variabel awal yang didapat dari beberapa literatur, yang mana variabel-variabel berikut memuat tentang faktor-faktor parameter unit proses pada unit IPAL. Variabel tersebut adalah BOD, COD dan kualitas influen, dan karakteristik air limbah. Studi pendahuluan dilakukan dengan cara Analisa hasil LHU *influen* dan *effluent* IPAL. Analisa tersebut dimaksudkan untuk menyeleksi variabel-variabel faktor unit proses IPAL yang telah didapatkan dari studi literatur, sehingga diketahui variabel parameter apa saja yang memungkinkan terjadi pada proses IPAL RSUD Ulin Kalimantan Selatan.

C. Pengumpulan Data

Data primer penelitian ini adalah berupa hasil uji lab LHU *influen* dan *effluent* IPAL yang didapat dengan sampling kualitas air limbah. Dalam penelitian ini pengambilan sampling kualitas air limbah *influen* dan *effluent* ialah menggunakan metode *grab sampling* atau *purposive sampling*.

Data sekunder diperoleh dari pengelola IPAL selaku pelaksana yaitu data kondisi fisik IPAL, mekanikal elektrikal IPAL, dan mengambil data sekunder dari literatur-literatur yang membahas mengenai faktor *Conventional Activated Sludge* termodifikasi *Attached Growth Media* di IPAL RSUD Ulin.

D. Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data melalui hasil sampling dan data LHU maka selanjutnya dilakukan pengolahan data yaitu uji analisa secara *mass balance*. Pengolahan data data lanjutan dianalisis dengan metode penilaian IPAL ini yaitu melihat persentase *removal* parameter menurut Baku Mutu Air Limbah dari PerMenLHK No. 68 Tahun 2016. Kemudian melakukan analisis IPAL, yang merupakan proses penggabungan hasil uji lab LHU dan parameter unit proses yang sebelumnya didapatkan pada hasil sampling. Selain itu, Pengolahan data dan analisis juga meliputi:

- a) perbandingan kualitas air limbah dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah,
- b) pengaruh aktifitas terhadap fluktuasi air limbah,

- c) mengetahui efisiensi IPAL dalam mereduksi air limbah yang dihasilkan sebelum dibuang ke badan air penerima,
- d) mengetahui hubungan antara nilai BOD dan COD.
- e) Sistem Pengolahan Limbah: Karakteristik limbah cair, Unit-unit pengolah limbah cair
- f) Kinerja Pengolah Limbah Cair : Karakteristik *influen*, Karakteristik *effluent*
- g) Teknik Operasional Pengolahan Limbah Cair : *Batch*, *Continues*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengelolaan Limbah di IPAL RSUD Ulin

Berdasarkan hasil LHU RSUD Ulin diketahui bahwa karakteristik limbah cair RS cenderung menghasilkan banyak Nitrogen, sehingga diperlukan pengolahan yang dapat mereduksi nitrogen atau nutrien. Sistem penyaluran air buangan perlu diperhatikan, karena setiap unit medis pada RSUD Ulin memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga perlu dilakukan analisis dan pemisahan terhadap jalur-jalur pengumpulan air limbah. Apabila mungkin sebaiknya dilakukan *pretreatment* terhadap karakteristik limbah cair yang bersifat mengganggu proses biologis. IPAL harus dikondisikan sedemikian rupa sehingga dapat mengolah limbah cair RSUD Ulin sampai tidak bersifat infeksius. Sumber limbah yang berasal dari kegiatan rumah sakit, secara umum dapat dikategorikan dalam limbah infeksius dan limbah non-infeksius. Limbah infeksius adalah limbah yang mengandung mikroorganisme berbahaya dalam jumlah cukup besar, sehingga dapat menyebabkan penyakit [5]. Limbah non-infeksius adalah limbah domestik yang dihasilkan dari berbagai kegiatan di rumah sakit, seperti instalasi gizi, laundry dan lain-lain. Seluruh limbah cair yang dihasilkan dari operasional rumah sakit akan dialirkan menuju ke IPAL mempunyai kapasitas 100 lt/detik yang berada di belakang RSUD Ulin dan kemudian efluennya dialirkan menuju ke badan air permukaan. RSUD Ulin Banjarmasin mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di dua lokasi yaitu di bagian tower dan bagian induk, dimana IPAL induk yang beroperasi sekarang ini mulai berjalan pembangunan konstruksinya dari tahun 2003 dan setelah selesai di tahun 2004 langsung digunakan untuk mengolah air limbah rumah sakit dimana merupakan salah satu pilot proyek pembangunan Rumah Sakit bantuan dari Pemerintah Pusat Indonesia. Unit utama pengolahan limbah dalam *system* yang digunakan adalah menggunakan *biological process* secara *aerobic* atau menggunakan oksigen dalam proses penguteraan limbah nya. Oleh karena nya sangat diperlukan mempertahankan kinerja bakteri mikroorganisme dalam unit IPAL. Ada beberapa faktor yang sangat mempengaruhi dari kemampuan Bakteri mikroorganisme tersebut yaitu faktor lingkungan seperti suhu, material *toxic*, *Food/Makanan*, *nutrients*, DO, pH, dan keberadaan bakteri *antibiotic* [6]. Hal yang perlu diperhatikan dalam sistim ini adalah menjaga agar tingkat ketersediaan makanan bagi mikroorganisme selalu dicek dan perbandingan jumlah mikroorganisme terhadap rasio makanan atau rasio F/M. Adapun bagan alir untuk tahapan skema yang dibangun di dalam proses pengolahan air limbah di IPAL RSUD Ulin Banjarmasin adalah sebagai berikut dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah,

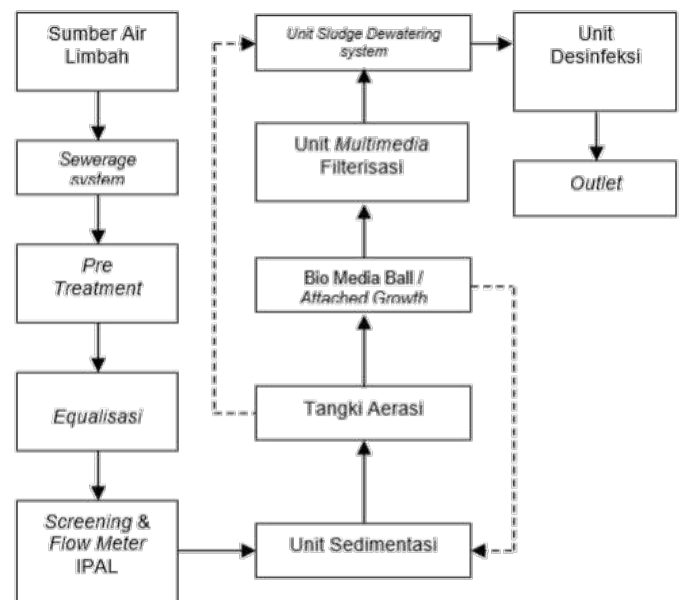
**EFISIENSI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN SISTEM
CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE TERMODIFIKASI ATTACHED GROWTH MEDIA DI IPAL RSUD ULIN**

sedangkan pengolahan air limbah di IPAL RSUD Ulin bekerja secara aliran dengan melalui beberapa unit tahapan yaitu:

1. Tahapan Unit Bak Pengumpul, pada awalnya air limbah dari sumber RS disalurkan dari masing-masing sumbernya melalui system aliran gravitasi perpipaanan yang tertutup dan untuk perawatan sistem saluran maka dilengkapi dengan bak kontrol sebagai penyaringan awal dari sampah dan timbunan lumpur yang dihasilkan dari faeces.
2. Tahap unit *Pre-Treatment*, tahap ini hanya terdapat pada Laundry dan Dapur (*Kitchen*), hal ini diperlukan karena perlu pengolahan awal dari deterjen dan bahan lainnya yang dihasilkan laundry, dan pengolahan lemak/minyak yang dihasilkan dari dapur karena dapat mempengaruhi bakteri[7]
3. Tahap unit Equalisasi/Pemerataan beban aliran sekaligus juga terjadi proses Stabilisasi parameter BOD, pada unit ini terjadi pemompaan dari air limbah unit pompa 1, unit pompa 2, unit pompa 3, unit pompa 4, dan pengangkatan aliran ke unit berikutnya, pada unit ini BOD dikondisikan secara konstan, dimana unit ini bisa dilihat pada Gambar 2.
4. *Unit Screening*, di bagian ini dilakukan pada saringan bar screen *Auto Rake Screen* dimana melalui unit ini akan material padat disaring yang dapat merusak peralatan motor mixer dan elemen pompa pada komponen. Pada bagian ini diharapkan dapat berkurang untuk kadar parameter pencemar berupa parameter BOD sebesar 10%, parameter COD 10% dan parameter TSS 80% dari kuantitas air limbah yang masuk
5. Unit Pengolahan di *Secondary Treatment* yaitu unit Bioreaktor yang digunakan merupakan *Conventional Activated Sludge* dimodifikasi *Attached Growth*, sebelum melewati bagian ini air limbah akan ditampung pada bak penampung agar dapat menghasilkan Lumpur aktif dan BOD yang konstan, setelah itu dialirkan kedalam bak *Attached Growth* dengan menggunakan Media Biofilm dimana pada tahap ini terjadi penguraian bahan polutan pencemar yang paling besar sehingga dapat dikatakan merupakan tahap proses yang paling utama sehingga kondisi unit dan peralatan harus dikontrol secara berkala. Pada bagian ini terjadi penurunan kadar bahan pencemar berupa parameter BOD sebesar 84,9%, parameter COD sebesar 79,4%, parameter Total Suspended Solid Sebesar 56%, parameter Ammonia bebas sebesar 98,5 % dan parameter Fosfat sebesar 57,4% dari debit kuantitas air limbah yang masuk, unit utama ini bisa dilihat pada gambar 3, gambar 4 dan gambar 5 dibawah ini.
6. Unit Sedimentasi Lumpur, Pada bagian ini terjadi proses sedimentasi dan pengendapan lumpur dari unit sebelumnya sehingga air limbah yang telah diolah akan terpisah dari lumpur di bagian atas dan kemudian mengalir secara gravitasi menuju bak desinfeksi untuk dibubuhkan bahan kimia desinfektan, unit ini bisa dilihat pada Gambar 6.
7. Unit Penyaringan dan Filtrasi, pada tahap ini terjadi penurunan beberapa kadar bahan parameter pencemar

berupa parameter BOD sebesar 25%, parameter COD sebesar 11,1% dan parameter TSS sebesar 62% dari debit kuantitas air limbah yang masuk.

8. Unit Pembubuhan Desinfektan dimana terjadi proses Desinfeksi, pada bagian ini terjadi proses pembunuhan bakteri mikroorganisme yang berbahaya dengan menggunakan cairan bahan kimia desinfektan yaitu Chlorine 90% dengan kadar pengenceran 0.6 ppm. Faktanya pada sekarang ini tidak selalu hasil keluaran dari olahan air buangan yang telah diolah di IPAL RSUD Ulin selalu terpenuhi untuk standar dari baku mutu yang telah ditetapkan, karena akibat dari beberapa macam faktor penyebab.



Gambar 1 skema sistem IPAL RSUD Ulin



Gambar 2 Unit equalisasi IPAL RSUD Ulin



Gambar 3 Unit aerasi

Gambar 3 menunjukkan unit Aerasi IPAL dengan menggunakan *system Conventional Activated Sludge*, dimana Pengolahan air limbah pada biological treatment adalah hal yang penting adalah terjadinya pengolahan secara biologis [8]. Maksud dari dilakukannya pengolahan biologis di unit bioreaktor yaitu untuk menurunkan dan menghilangkan parameter Total Suspended Solid koloidal yang tidak larut dalam air atau non *settleable* dan juga terjadi proses penstabilisan dari material organik pencemar yang terkandung dalam air buangan. Untuk air buangan, metoda pengolahan ini terutama untuk menurunkan parameter bahan organik, komposisi nutrient air limbah (seperti parameter BOD, parameter COD dan NH_3). Metode pengolahan secara biologis di bioreaktor dimana memanfaatkan kemampuan mikroorganisme yang memerlukan zat *organic* sebagai bahan baku makanan dari mikroorganisme tersebut, antara lain seperti *nutrient* untuk perkembangannya mikroorganisme. Proses ini merupakan yang biasa terjadi dan diterapkan terhadap beberapa jenis air limbah buangan dan dapat menghilangkan kadar *organic* dalam air limbah atau buangan sehingga sudah memenuhi baku mutu dan syarat pembuangan hasil olahan air limbah yang telah di proses di IPAL untuk selanjutnya dibuang badan air permukaan atau ke lingkungan. *Conventional activated sludge* merupakan proses *aerobic* dengan *suspended growth*, yang mampu menurunkan hampir semua kadar buangan *organic* menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil dan tidak berbahaya lagi. Dalam proses ini, hampir semua bahan *organic* yang terlarut dan koloid tersisa di proses secara metabolisme biologis oleh bakteri mikroorganisme menjadi karbondioksida dan air. Bagian terbesar diubah menjadi mass selular yang dapat dipisahkan dari aliran air melalui proses sedimentasi dan pengendapan secara alami gravitasi. Pemanfaatan bahan *organic* oleh bakteri mikroorganisme melalui tiga tahapan, yaitu :

- kontak molekul substrat dengan dinding sel.
- adanya transport Molekul substrat ke dalam sel.
- Metabolisme molekul substrat oleh sel.

Agar terjadi proses untuk hasil *effluen* yang berkualitas tinggi, maka biomass harus dapat dipisahkan dari aliran liquid melalui *secondary clarifier*, dan setelah itu biomass dikembalikan lagi ke tangki aerasi dimana tahapan ini merupakan proses resirkulasi substrat dari lumpur aktif [9]. Secara tahapan kegiatan, berikut ini adalah proses-proses

yang terjadi di dalam pengolahan secara *activated sludge* ialah:

- Kontak aerasi antara air limbah dan udara untuk memproduksi suspensi microbial.
- Adanya separasi antara solid-liquid setelah aerasi
- Proses *Discharge* pengaliran *effluen* ke *clarifier* untuk diendapkan
- Membuang *excess* kelebihan biomass yang telah mati dan mengembalikan yang tersisa ke tangki aerasi secara sirkulasi.

Aerator, *draft tube* aerator atau *fine bubble diffuser* digunakan untuk keperluan resirkulasi *mixed liquor*. Proses pengadukan dilakukan dengan memberikan oksigen pada *mixed liquor* untuk menunjang pertumbuhan mikroorganisme dan membantu mempertahankan kecepatan kontak antara mikroorganisme dengan aliran *influen* air buangan yang masuk. Aerasi akan membantu meningkatkan konsentrasi DO (*Dissolved Oxygen*) secara signifikan, yang sekaligus akan segera berkurang akibat tersebarnya *mixed liquor* secara merata di dalam tangki aerasi, ada beberapa tipe dan modifikasi dari proses *activated sludge*, antara lain:

- a. konvensional
system ini terdiri dari tangki aerasi, *secondary clarifier* dan *recycle sludge*. Selama terjadinya proses pengolahan air limbah, terjadi pula proses dari adsorpsi, flokulasi dan oksidasi dari bahan *organic*. *System* aliran yang digunakan adalah model *plug flow* dengan resirkulasi air limbah. Dimana proses ini mampu mengatasi beban pencemar air limbah yang tinggi dari buangan toxic/buangan berkekuatan tinggi karena beban tidak didistribusikan ke sepanjang unit bak aerasi dan bioreaktor, melainkan terkonsentrasi pada bagian tempat masuknya limbah.
- b. *tapered aeration*
 modifikasi dari *system* konvensional dengan melakukan perbaikan dan pengaturan *system* aerasi. Pada *inlet* tangki aerasi, kebutuhan oksigen sangat tinggi. *Diffuser* diletakkan berdekatan dengan inlet untuk memenuhi *oxygenation rate* dan makin menuju ke outlet, jarak *diffuser* makin jauh.
- c. *step aeration*.
 Modifikasi dari *system* konvensional dimana *influen* air buangan dimasukkan ke dalam tangki aerasi pada beberapa titik. Tujuannya adalah untuk meratakan rasio F/M sehingga kebutuhan oksigen puncak menjadi lebih rendah.
- d. *high rate activated sludge process*
 Pada *system* metoda ini, ratio F/M tinggi dan kandungan MLSS rendah. Tidak dianjurkan untuk air buangan dengan kadar parameter BOD tinggi karena lumpur sulit untuk mengendap dan konsentrasi Suspended Solid yang tinggi pada hasil akhir air buangan.
- e. *extended aeration*
 Proses ini dioperasikan pada fase *dindogeneous* dimana dibutuhkan *organic loading* rendah dan waktu aerasi yang lama. *Organic loading* rendah dimaksudkan untuk meminimalkan produksi *waste activated sludge* dengan waktu endogenous decay dari *sludge mass*. Proses didesain agar massa sel yang disintesa dalam sehari sebanding dengan massa sel yang disintesa dalam sehari sebanding dengan massa sel *decay* endogeneous yang didegradasi per hari.

**EFISIENSI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN SISTEM
CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE TERMODIFIKASI ATTACHED GROWTH MEDIA DI IPAL RSUD ULIN**



Gambar 4 Media bola bioplastik *Attached Growth*

Gambar 4 dan 5 merupakan aplikasi dari *Attached Growth* Proses dengan menggunakan media plastik dimana mikroorganisme dapat mengkonversikan bahan – bahan *organic* dan konstituen lainnya menjadi gas atau *mass cell* dengan kontak antara air limbah dengan media inert, seperti batuan, terak (ampas bijih), atau *special* media, seperti keramik atau plastik, polystirena atau PVC. Proses ini juga sering dinamakan *fixed-film process* merupakan proses *attached growth*, dimana berlangsung secara *aerobic*. Media *attached* dalam kondisi kering dan biasanya agregat kasar dengan diameter 30 - 60 mm. Prosesnya ialah air limbah dialirkan ke atas alas dan menetes ke bawah di atas permukaan media atau agregat. Pada permukaan agregat ini akan tumbuh bakteri yang akan mengoksidasi limbah yang melewatinya dan ketika dioksidasikan ini mikroba akan bertambah. sejumlah sel baru yang terbentuk akan memberikan BOD yang tinggi dan harus dihilangkan sebelum *efluen* dan dapat dilakukan dalam tangki pengendap kedua. efisiensi pengolahan ditujukan agar efisiensi pengolahan menghasilkan *efluen* yang sesuai dengan persyaratan yang ditentukan untuk dibuang ke badan air atau dimanfaatkan kembali. Pengolahan limbah dengan sistem *attached growth* media bola bioplastik termasuk menggunakan proses *Fixed Film Reactor*. Sistem ini secara bertahap air limbah masuk ke zona aerasi pada zona aerasi tersebut, limbah diolah oleh biomass yang tumbuh pada media bola bioplastik yang terdapat pada zona itu dan selanjutnya mengalami proses aerasi. Secara bergantian biomass yang tumbuh pada media bola bioplastik akan mengalami kontak dengan oksigen diudara bebas pada waktu berada diatas air, dan pada saat berikutnya mengalami kontak dengan air dan senyawa polutan. Pada saat kontak tersebut, oksigen ditransfer ke air yang ada pada zona tersebut. Mengingat biomass merupakan organisme, maka siklus penyerapan oksigen dan kontak dengan air dan senyawa polutan tidak boleh terputus. Dengan demikian zona aerasi harus selalu dalam keadaan aktif aerator blowernya, kecuali pada keadaan darurat/perbaikan. Pertumbuhan biomass tertinggi terjadi pada sistem *attached growth* media bola bioplastik dan secara berangsur-angsur berkurang pada zona dibagian bawah bak aerasi. Secara fisik biasanya pada zona pengendapan pertumbuhan biomass tebal dan sering berbentuk filamen (*stringy*). Pada zona bagian atas, biomass terbentuk lebih tipis dan kompak.

Warna biomass pada zona bagian bawah biasanya coklat tua sampai hitam, kadang-kadang berwarna keabu-abuan tergantung dari keadaan limbah yang masuk. Pada sistem ini sebagian dari air diresirkulasi kembali ke primari *clarifier*.



Gambar 5 Unit bak pengendap



Gambar 6 Unit media *Attached growth* dengan aerasi

Baku mutu limbah rumah sakit atau standart effluen dari IPAL adalah berdasarkan beban buangnya yang mana mengacu pada Tabel I yaitu Baku Mutu dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 [9]. Pemantauan kualitas air limbah Rumah Sakit Ulin dilakukan secara rutin dan berkala untuk mengevaluasi efektifitas dari pengolahan air limbah tersebut. Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada inlet dan outlet air limbah. Pemeriksaan secara berkala dilakukan oleh pihak Laboratorium Kesehatan Daerah (LABKESDA).

Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan kimia (BOD dan COD), Fisika dan Bakteriologi. Pemeriksaan oleh Labkesda ini dilakukan 1 bulan sekali. Berikut dibawah ini Tabel II dan Tabel III merupakan hasil rekap LHU *influen dan effluen* IPAL RSUD Ulin dari mulai bulan Januari sampai dengan Agustus tahun 2020, sedangkan grafik kualitas *influen dan effluen* hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8, grafik kualitas BOD *inlet dan effluen* dapat dilihat pada Gambar 9.

TABEL I
BAKU MUTU LIMBAH PERMENLHK NO. 68 TAHUN 2016

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	1
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

TABEL II
HASIL LHU INLET IPAL RSUD ULIN TAHUN 2020

inlet	Parameter (mg/l)			
	BOD inlet	COD	TSS	Ammoniak
Januari	75,45	192,4	39	21,29
Februari	68,47	174,62	24	15,75
Maret	41,16	104,97	15	9,27
April	40,59	103,52	20	19,26
Mei	43,23	110,25	60	14,81
Juni	15,68	40	11	15,4
Juli	12,75	23,41	9	22,45
Agustus	17,37	38,1	90	20,17
Rata-rata	39,34	98,41	33,50	17,30

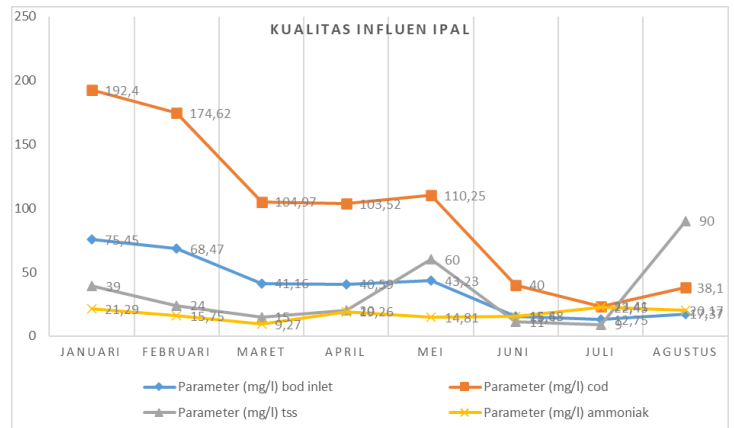
Sumber : Labkesda Provinsi Kalimantan Selatan, 2020

TABEL III
HASIL LHU OUTLET/EFFLUEN IPAL RSUD ULIN TAHUN 2020

outlet	Parameter (mg/l)			
	BOD	COD	TSS	Ammoniak
Januari	27,07	68,87	6,5	10,23
Februari	30,38	77,49	6	5,92
Maret	21,32	54,38	6	4,12
April	15,83	36,24	5	0,756
Mei	8,22	20,97	0,006	0,003
Juni	1,31	3,33	0,006	3,7
Juli	3,96	8,17	5	0,17
Agustus	5,6	12,4	5	0,043
Rata-rata	14,21	35,23	4,19	3,12

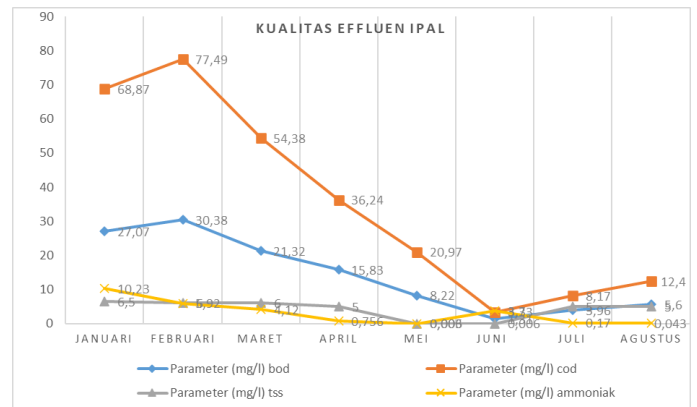
Sumber : Labkesda Provinsi Kalimantan Selatan, 2020

Tabel II dan Tabel III terlihat bahwa untuk kualitas limbah cair RSUD Ulin yang paling banyak bersumber dari limbah domestik dari kamar mandi pasien dimana umumnya mempunyai komposisi senyawa pencemar organik yang tinggi, dan dapat dikelola dengan proses pengolahan secara bakteri biologis, sedangkan untuk air buangan RSUD Ulin yang bersumber dari laboratorium mempunyai komposisi banyak mengandung unsur senyawa logam berat dimana ketika air buangan tersebut diolah ke dalam proses pengolahan secara bakteri biologis, maka logam berat tersebut dapat terganggu proses pengolahan air limbahnya. Oleh sebab itu untuk pengolahan air buangan dari RSUD Ulin, maka air limbah yang berasal dari laboratorium dipisahkan dan ditampung untuk dikelola secara terpisah karena termasuk dalam kategori Limbah B3.



Gambar 7 Grafik kualitas *influen* IPAL

Gambar 7 terlihat bahwa hasil pengukuran kualitas influen air limbah di inlet untuk parameter BOD dan COD adalah parameter kunci untuk menentukan tingkat beban pengolahan dari air limbah, dimana sebagian besar dari zat pencemar bahan organik tersebut yang masuk ke IPAL akan distabilkan secara biologis dengan melibatkan mikroba melalui sistem oksidasi aerobik dan anaerobik. BOD dan COD merupakan parameter limbah cair dalam menentukan pencemaran air [7]

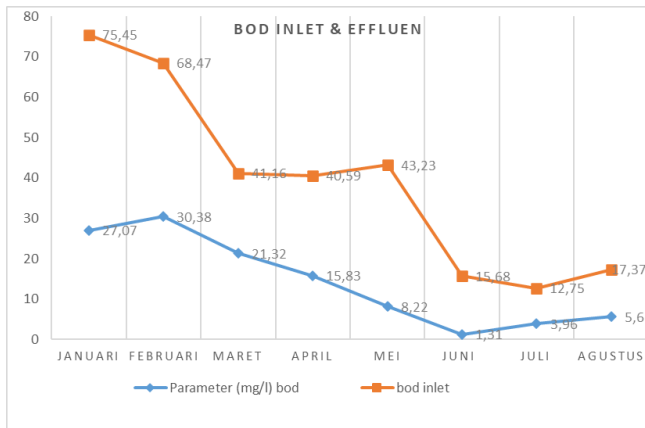


Gambar 8 Grafik kualitas *effluen* IPAL

Gambar 8 grafik kualitas *effluen* IPAL dimana hasil kualitas *effluen* IPAL untuk parameter COD menggambarkan sebagai jumlah nilai total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sukar didegradasi menjadi CO₂ dan H₂O. Berdasarkan hasil tersebut terlihat kemampuan oksidasi mikroba di IPAL menggambarkan keberadaan bahan organik baik yang dapat didekomposisi secara biologis maupun yang tidak mengalami penurunan secara signifikan. Sedangkan untuk parameter TSS merupakan padatan tersuspensi yang akan mempengaruhi kinerja IPAL melalui dua cara. Pertama, menghalangi dan mengurangi penetrasi cahaya kedalam badan air [10], sehingga menghambat proses penguraian bahan pencemar oleh mikroba dan mikroorganisme lainnya.

EFISIENSI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN SISTEM CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE TERMODIFIKASI ATTACHED GROWTH MEDIA DI IPAL RSUD ULIN

Kondisi ini akan mengurangi pasokan oksigen terlarut dalam air limbah. Kedua, secara langsung TSS yang tinggi dapat mengganggu mikroba dalam proses penguraian air limbah dan padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air, sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis dan kekeruhan air juga semakin meningkat [11]. Penentuan padatan tersuspensi mempengaruhi kekeruhan dan kecerahan air dimana sangat berguna dalam analisis air limbah serta dapat digunakan untuk mengevaluasi maupun menentukan efisiensi unit pengolahan air limbah.



Gambar 9 Grafik BOD inlet dan effluen

Gambar 9 Grafik BOD menggambarkan sifat dari beban pencemar air limbah mengandung bahan organik yaitu parameter BOD (*biological oxygen demand*) yang telah mengalami proses aerasi akan mengendap pada dasar IPAL, sebagai akibatnya kandungan oksigen menjadi berkurang dalam bak aerasi serta kandungan unsur hara terutama fosfor dan nitrogen tinggi yang mengandung bahan organik dan anorganik dalam bentuk suspensi akan mengganggu proses aerasi oleh karena itu dalam sistem ini dimodifikasi dengan sistem *attached growth* dengan penambahan bola media sebagai media lekat bakteri di kolam aerasi, dari hasil modifikasi tersebut parameter BOD dapat diturunkan sehingga bisa memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

B. Efisiensi kinerja IPAL RSUD Ulin

Evaluasi terhadap kinerja proses unit pengolahan air buangan dimaksudkan untuk mengetahui sampai sejauhmana efisiensi kinerja pengolahan agar dapat menghasilkan effluent sesuai standar baku mutu yang telah ditetapkan dan efektifitas pengolahan yang antara lain karena masa umur pakainya sudah cukup lama sehingga ada beberapa mesin yang kinerjanya sudah mulai tidak bagus lagi sehingga perlu adanya perawatan dan perbaikan terhadap mesin tersebut, dan seharusnya ada yang sudah harus diganti dengan mesin yang baru dimana karena adanya keterbatasan kurangnya fasilitas untuk memantau dari efektifitas kerja *system* IPAL sehingga apabila terjadi ada masalah tidak secara langsung dapat diketahui secara dini serta karena ketersediaan operator yang bertugas khusus untuk mengawasi jalannya proses kerja dari pengolahan air buangan yang masih kurang [12]. Pembangunan sistem air limbah sangat tergantung dari kuantitas dan kualitas air

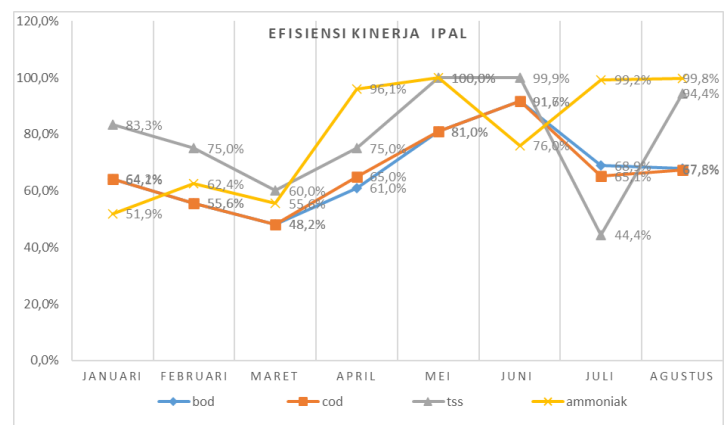
limbah dari sumber pencemaran. Kuantitas air limbah yang dimaksud adalah volume air limbah yang diproduksi setiap harinya. Sedangkan kualitas air limbah yang dimaksud adalah parameter-parameter yang terkandung dalam air limbah terutama kandungan BOD, COD dan parameter fisik seperti TSS, suhu dan warna. Untuk menetralkan kandungan BOD dapat dilakukan dengan pengolahan biologis. Dengan demikian pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan gabungan antara pengolahan fisika dan pengolahan biologis[14].

TABEL IV
EFISIENSI KINERJA IPAL RSUD ULIN TAHUN 2020

Bulan	BOD	COD	TSS	Ammoniak
Januari	64,1%	64,2%	83,3%	51,9%
Februari	55,6%	55,6%	75,0%	62,4%
Maret	48,2%	48,2%	60,0%	55,6%
April	61,0%	65,0%	75,0%	96,1%
Mei	81,0%	81,0%	100,0%	100,0%
Juni	91,6%	91,7%	99,9%	76,0%
Juli	68,9%	65,1%	44,4%	99,2%
Agustus	67,8%	67,5%	94,4%	99,8%
Rata-rata	67,3%	67,3%	79,0%	80,1%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel IV menunjukkan hasil perhitungan efisiensi dari kinerja IPAL dapat ditentukan dari hasil LHU pengukuran kualitas air limbah di inlet dan outlet IPAL yang dianalisis di Labkesda Provinsi. Berdasarkan hasil dari perhitungan kinerja IPAL dan pemeriksaan *effluent* IPAL RSUD Ulin bila dibandingkan dengan baku mutu PerMenLHK No.68 tahun 2016 telah memenuhi baku mutu maka dapat dikatakan bahwa proses penilaian terhadap kualitas limbah yang masuk ke instalasi sudah diterapkan dengan tepat dan sesuai dengan prosedur, sehingga dari Tabel IV diatas efisiensi kinerja IPAL tertinggi ada pada parameter TSS dan amoniak dimana rata – rata removal nya adalah 80,1 % untuk amoniak dan 79,0% untuk TSS dimana dikarenakan adanya proses pre treatment pada limbah rumah sakit mempunyai kinerja yang bagus [13], sedangkan untuk parameter BOD dan COD adalah 67,3 %. Efisiensi tertinggi untuk parameter BOD adalah sebesar 91,6 % di bulan Juni, selengkapnya grafik efisiensi kinerja IPAL dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik efisiensi kinerja IPAL

C. *Removal* / Penurunan Konsentrasi BOD

Parameter dari kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) merupakan banyaknya jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme bakteri selama penguraian dari senyawa organik yang terkandung di dalam air limbah. Dalam hal ini dapat diartikan secara langsung bahwa senyawa organik merupakan makanan untuk keberlangsungan hidup bagi mikroorganisme bakteri. Parameter BOD digunakan untuk menentukan seberapa besar tingkat pencemar oleh senyawa organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme bakteri pengurai. Terlihat dari laporan pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa adanya pengurangan dan penurunan konsentrasi parameter BOD air limbah yang diukur pada *inlet dan outlet* di IPAL. Terlihat di nilai tersebut sudah terpecahnya dari baku Mutu Limbah cair yang dipersyaratkan. Proses aerasi yang sudah dimodifikasi ini mampu menguraikan atau menurunkan BOD dan COD air limbah sebesar sampai 91%. Sistem penguraian zat organik di proses aerobik menggunakan lumpur aktif yang mengandung kumpulan mikroba aerobik secara kontinyu. Bak ini dilengkapi dengan aerator tipe air difuser, dan juga dilengkapi dengan jaringan blower (*loop blower aerator*) yang diletakkan pada dasar bak aerasi yang berfungsi untuk mencampur air limbah agar tetap dalam keadaan homogen. Selama periode aerasi terjadi proses adsorpsi, flokulasi, dan oksidasi bahan-bahan organik. Kemudian *biological flock* dipisahkan dan diendapkan pada bak sedimentasi [7]. Pada proses pengolahan di tangki aerasi yang telah dimodifikasi dengan sistem *attached growth* media bola plastik berfungsi sebagai tempat pertumbuhan bakteri /mikroba, media ini terendam dalam limbah. Pada tahap ini berlangsung pengolahan biologis oleh bakteri dan oksigen sebagai berikut:

- a. Pada saat media berada diatas air limbah dapat mengabsorpsi oksigen dari udara.
- b. Pada saat media berada dalam air limbah dapat mengambil bahan organik/BOD.

Berdasarkan data kinerja efluen air limbah dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL) menunjukkan bahwa parameter yang masih rendah rata - rata kinerjanya adalah BOD, dan COD. Data tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah dengan sistem tersebut belum maksimal dalam mengolah kandungan BOD dan COD, yang dapat disebabkan adanya proses penguraian selama proses pengolahan berlangsung[15]. Kondisi ini dapat disebabkan antara lain karena :

- a. Konsentrasi oksigen terlarut dalam reaktor kurang, yang disebabkan oleh tidak kontinyunya reaktor beroperasi. Hal ini mempengaruhi *specific growth rate* dari bakteri pengurai BOD dan COD.
- b. Fluktuasi temperatur yang tajam sehingga mengganggu pertumbuhan bakteri di reaktor [9].
- c. Ratio BOD₅ dengan Total Kjehdal Nitrogen (TKN).

Kondisi ini jika terus menerus dibiarkan akan menyebabkan turunnya efisiensi pengolahan, utamanya terhadap parameter tersebut. Rasio resirkulasi air limbah juga penting untuk menjaga kestabilan rasio BOD₅/TKN, selain itu penting untuk menjaga stabilitas mikroorganisme dimana sistem pengolahan air limbah yang diterapkan adalah merupakan teknologi pengolahan air limbah yang berbeda dari sistem konvensional karena merupakan hasil modifikasi sehingga diharapkan efluen yang dihasilkan dapat

memenuhi baku mutu dengan lebih baik dan pemilihan sistem berdasarkan karakteristik dan air limbah [16].

IV. KESIMPULAN

Rata-rata efisiensi penyisihan tertinggi kinerja IPAL pada sistem *Conventional Activated Sludge* dengan dimodifikasi sistem *Attached Growth Media* bola plastik di IPAL RSUD Ulin ditemukan pada parameter amonia (80,10%) yang diikuti oleh TSS (79,00%) dan BOD (67,30%). Efisiensi penyisihan tertinggi untuk ammonia dan TSS ditemukan pada bulan Mei yaitu 100%, sedangkan BOD pada bulan Juni sebesar 91,60%. Dengan demikian, IPAL RSUD Ulin dapat mengolah air limbah dengan baik sehingga memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam PerMenLHK No. 68 Tahun 2016. Namun, efisiensi penyisihan untuk BOD masih perlu ditingkatkan, dimana dengan modifikasi proses ini seharusnya bisa mempunyai kinerja yang lebih bagus lagi disebabkan menggunakan 2 (dua) proses yang berbeda dalam proses pengolahan air limbah.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Astha Kumari, Nityanand Singh Maurya, and Bhagyashree Tiwari, *Hospital wastewater treatment scenario around the globe, Elsevier Public Health Emergency Journal*, PMC7252247, 2020 : 549–570. Published online 2020 May 1. doi: 10.1016/B978-0-12-819722-6.00015-8
- [2] Permatasari, Rahmania, Ir. Hartati MSc, *Pengelolaan Limbah Cair RSUD Tulungagung*. Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya, 2006.
- [3] I Wayan Windu Adi Semarta, Etih Hartati, Salafudin, Proses Seeding dan Aklimatisasi pada Anaerobic Trickling Reactor, *Jurnal Reka Lingkungan* | No.1 | Vol.8, Maret 2020
- [4] *Laporan Rutin Bulanan LHU Pemantauan dan Pengelolaan Limbah Cair RSUD Ulin Banjarmasin Kalimantan Selatan*. 2020
- [5] Anonim. Hospitals Prescribe P2 *Measures for the Environment, Hospitals Pollution Prevention*, The University of Kansas. www.dhs.ca.gov/medical. 1998.
- [6] Qasim, Syed R (The University Of Texas at Arlington). *Wastewater Treatment Plants : Planning, Design and Operation*. CBS College Publishing. 2nd Edition. PWS Publishing Co. Boston, USA. 1985.
- [7] Reynolds, T.D and Richards, P.A. *Unit Operations and Processes In Environmental Engineering*. 2nd Edition. PWS Publishing Co. Boston, USA. 1996
- [8] Eddy and Metcalf. *Waste Water Engineering : Treatment Disposal and reuse. Third Edition*. McGraw Hill, Inc. New York. 2003.
- [9] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68/ MENLHK/ 2016 tentang *Baku Mutu Limbah Cair*. 2016.
- [10] Suci Dhiya Mayra Suherman, Muhammad Arif Firdaus, Muhammad Hafidz Dwiky Ryansyah, Dessy Agustina Sari, Teknologi dan Metode Pengolahan Limbah Cair Sebagai Pencegahan Pencemaran Lingkungan, *Barometer Jurnal Ilmu dan Aplikasi Teknik*, Volume 5 No.1, 2020.

**EFISIENSI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN SISTEM
CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE TERMODIFIKASI ATTACHED GROWTH MEDIA DI IPAL RSUD ULIN**

- [11] Vignewaran, S. dan C. Visvanathan. *Water Treatment Process, Simple Option*. CRC Press, Inc. USA. 1995.
- [12] Mara, D. *Sewage Treatment in Hot Climate*. A Wiley – Interscience publication, Chichester. USA. 1978.
- [13] Slamet, A. dan Masduqi, A. *Modul Ajar Satuan Proses*. Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP – ITS. Surabaya. 2000.
- [14] Sonia Suarez, Juan M.Lema, Francisco Omil, Pre-treatment of hospital wastewater by coagulation–flocculation and flotation, *Bioresource Technology* Volume 100, Issue 7, April 2009, Pages 2138-2146.
- [15] Rhomadhoni, M. (2019). Evaluasi hasil Pengolahan Limbah Cair Pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair rumah sakit Swasta di Kota Surabaya. *ENVIROTEK: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 11(2),14-23.
<https://doi.org/10.33005/envirotek.v11i2.8>
- [16] Gustika Obethami Batubara. *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Medis dan Daur Ulang Efluen IPAL di Rumah Sakit Kelas C*. Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya, 2017