



LAPORAN
KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

**PEMBUATAN DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)
DAN *COMMISSIONING* DI KLINIK PRATAMA BAKTI PADMA BLORA
JAWA TENGAH**

DISUSUN OLEH:

Tulus Sukreni, S.T., M.T. (NIDN: 0324047505)

Bungaran Saing, S.Si., Apt., M.M. (NIDN: 0326027001)

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA

2021

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan kepada kami Tim Dosen Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk melaksanakan pengabdian kepada masyarakat sebagai salah satu pengejawantahan dari Tridharma Perguruan Tinggi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan berupa pembuatan desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan *commissioning* di Klinik Pratama Bakti Padma Blora, Jawa Tengah.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana berkat dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah kami menyampaikan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
3. Kepala Lembaga Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat dan Publikasi Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
4. Berbagai pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu terlaksananya kegiatan ini.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini masih belum mencapai target ideal karena keterbatasan waktu dan dana yang tersedia sehingga perlu dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat di lain waktu sebagai kelanjutan dari kegiatan yang telah dilaksanakan. Namun demikian, kami berharap hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat kali ini dapat memberikan manfaat.

Jakarta, 29 Maret 2021
Tim Pengabdian kepada Masyarakat
Ketua,



Tulus Sukreni, MT
NIP. 021503030

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
ABSTRAK.....	4
BAB I. PENDAHULUAN	5
A. LATAR BELAKANG.....	5
B. TINJAUAN PUSTAKA	6
C. TUJUAN KEGIATAN.....	13
BAB II. METODE KEGIATAN	14
A. SASARAN MASYARAKAT.....	14
B. METODE KEGIATAN.....	14
C. URAIAN KEGIATAN	15
BAB III. PELAKSANAAN KEGIATAN	16
BAB IV. KESIMPULAN	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN 1. Gambar Bak Ekualisasi dan Bak Aerasi	21
LAMPIRAN 2. Gambar Bak Aerasi	22
LAMPIRAN 3. Gambar Bak Clarifier dan Bak Effluent	23
LAMPIRAN 4. Gambar Filter.....	24

**PEMBUATAN DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)
DAN *COMMISSIONING* DI KLINIK PRATAMA BAKTI PADMA BLORA
JAWA TENGAH**

ABSTRAK

Air limbah rumah sakit merupakan salah satu polutan yang paling berbahaya bagi lingkungan. Hal ini karena jenis air limbah yang dihasilkan merupakan campuran beragam material organik dan bersifat patogen. Oleh karena itu limbah harus diolah dengan benar sebelum dibuang ke badan lingkungan. Namun, dana dan lahan yang terbatas biasanya menjadi kendala saat rumah sakit akan membangun fasilitas pengolahan limbah, terutama untuk rumah sakit menengah dan kecil (klinik kesehatan). Mengingat permasalahannya, pengembangan fasilitas pengolahan limbah yang tepat dan murah dalam hal teknologi, harga dan kemudahan pengoperasian menjadi hal yang sangat penting. Untuk itu kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan adalah mendesain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk sebuah klinik kesehatan di Blora Jawa Tengah. Sistem IPAL yang dipilih merupakan pengolahan biologis yang sesuai dengan jumlah dan jenis limbah yang dihasilkan, yaitu dengan proses pengolahan air limbah aerob dengan kapasitas 75,9 m³/hari, atau kurang lebih untuk kapasitas jumlah tempat tidur di klinik sebanyak 75 tempat tidur. Dengan menerapkan sistem aerob ini, konsentrasi COD, BOD, amonia dan bahan padat tersuspensi dapat dikurangi secara signifikan.

Kata kunci : IPAL, limbah rumah sakit, pengolahan aerob

BAB I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Rumah sakit dan klinik kesehatan lainnya adalah institusi pelayanan kesehatan bagi masyarakat dengan karakteristik tersendiri yang dipengaruhi oleh perkembangan ilmu pengetahuan kesehatan, kemajuan teknologi, dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat yang harus tetap mampu meningkatkan pelayanan yang lebih bermutu dan terjangkau oleh masyarakat agar terwujud derajat kesehatan yang setinggi-tingginya. Fasilitas pelayanan kesehatan sebagai institusi yang bersifat sosial ekonomis mempunyai fungsi dan tugas untuk memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat secara paripurna.

Namun kegiatan pada fasilitas pelayanan kesehatan selain memberikan manfaat bagi masyarakat sekitarnya, juga menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran akibat pembuangan limbahnya tanpa melalui proses pengolahan yang sesuai dengan prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan secara menyeluruh. Dengan semakin meningkatnya jumlah fasilitas pelayanan kesehatan maka mengakibatkan semakin meningkatnya potensi pencemaran lingkungan, karena kegiatan pembuangan limbah khususnya air limbah akan memberikan kontribusi terhadap penurunan tingkat kesehatan manusia.

Untuk menciptakan lingkungan yang sehat, nyaman dan berkelanjutan maka harus dilaksanakan upaya-upaya pengendalian pencemaran lingkungan pada fasilitas pelayanan kesehatan. Dengan dasar tersebut, maka fasilitas pelayanan kesehatan diwajibkan menyediakan instalasi pengolahan air limbah atau limbah cair.

Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa kimia lain serta mikro-organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya. Oleh karena potensi dampak air limbah klinik ataupun rumah sakit terhadap

kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku.

Dengan adanya peraturan yang mengharuskan bahwa setiap rumah sakit harus mengolah air limbah sampai standar yang diijinkan, maka diperlukan teknologi pengolahan air limbah khususnya yang kualitas air olahannya baik dan memenuhi baku mutu, pengelolaannya mudah, biaya operasinya rendah, kebutuhan energi rendah, serta perawatannya mudah. Hal ini mengingat bahwa kendala yang paling banyak dijumpai yakni teknologi yang ada saat ini pengelolaannya cukup rumit serta biaya operasional masih cukup mahal, sedangkan di lain pihak kemampuan tenaga operator untuk mengoperasikan unit alat pengolah air limbah tersebut sangat terbatas sekali.

Untuk mengatasi hal tersebut, pihak manajemen rumah sakit perlu memilih teknologi pengolahan limbah yang sesuai dengan kondisi maupun jumlah air limbah yang akan diolah, yang layak secara teknis, ekonomis dan memenuhi standar lingkungan. Baku mutu air limbah domestik di Indonesia secara nasional mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor P.68 / Menlhk / Setjen / Kum.1 /8/2016. Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Beberapa kegiatan domestik tersebut antara lain rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, rumah makan, balai pertemuan, permukiman, industri, IPAL Kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1. Jenis dan Sumber Air Limbah yang Harus Diolah

Air limbah adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan kesehatan yang meliputi : air limbah domestik (air buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian), air limbah klinis (air limbah

yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dll), air limbah laboratorium dan lainnya. Prosentase terbesar dari air limbah adalah limbah domestik sedangkan sisanya adalah limbah yang terkontaminasi oleh infectious agents kultur mikroorganisme, darah, buangan pasien pengidap penyakit infeksi, dan lain-lain.

Air limbah yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair klinis umumnya mengandung senyawa pencemar organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis. Air limbah yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang apabila dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis dapat mengganggu proses pengolahannya, sehingga perlu dilakukan pengolahan awal secara kimia-fisika, selanjutnya air olahannya dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah.

Jenis air limbah yang ada di fasilitas pelayanan kesehatan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Air limbah domestik
- b. Air limbah klinis
- c. Air limbah laboratorium klinik dan kimia
- d. Air limbah radioaktif (tidak boleh masuk ke IPAL, harus mengikuti petunjuk dari BATAN).

Adapun sumber – sumber yang menghasilkan air limbah, antara lain:

- a. Unit Pelayanan Medis: Rawat Inap, Rawat Jalan, Rawat Darurat, Rawat Intensif, Hemodialisa, Bedah Sentral, Rawat Isolasi.
- b. Unit Penunjang Pelayanan Medis: Laboratorium, Radiologi, Farmasi, Sterilisasi, Kamar Jenazah.
- c. Unit Penunjang Pelayanan Non Medis: Logistik, Cuci (Laundry), Rekam Medis, Fasilitas Umum, Dapur Gizi, Kesekretariatan / administrasi.

B.2. Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair rumah sakit adalah segala macam limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah sakit. Limbah cair rumah sakit dibedakan menjadi dua, yaitu limbah cair klinis dan limbah cair non klinis. Sumber limbah cair klinis berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya hemodialisa, air bekas cucian luka, dll. Sedangkan sumber limbah cair non klinis berasal dari limbah cair domestik, dapur, dan limbah laboratorium. Karena sifatnya yang merupakan campuran beragam material organik, maka limbah rumah sakit memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. TSS cukup tinggi > 100 ppm.
- b. COD tinggi, berkisar 40 – 1200 ppm
- c. BOD tinggi, berkisar 30 – 700 ppm
- d. pH terkadang Asam, < 7
- e. Mengandung bakteri patogen

Secara lengkap karakteristik air limbah rumah sakit dapat dilihat pada Tabel 1.1. Dari tabel tersebut terlihat bahwa air limbah rumah sakit jika tidak diolah sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan. Selain pencemaran secara kimiawi, air limbah rumah sakit juga berpotensi untuk mencemari lingkungan secara bakteriologis, karena mengandung bakteri patogen. Berdasarkan karakteristik limbah rumah sakit seperti diuraikan diatas, maka dapat diketahui bahwa air limbah tersebut mengandung senyawa organik yang tinggi.

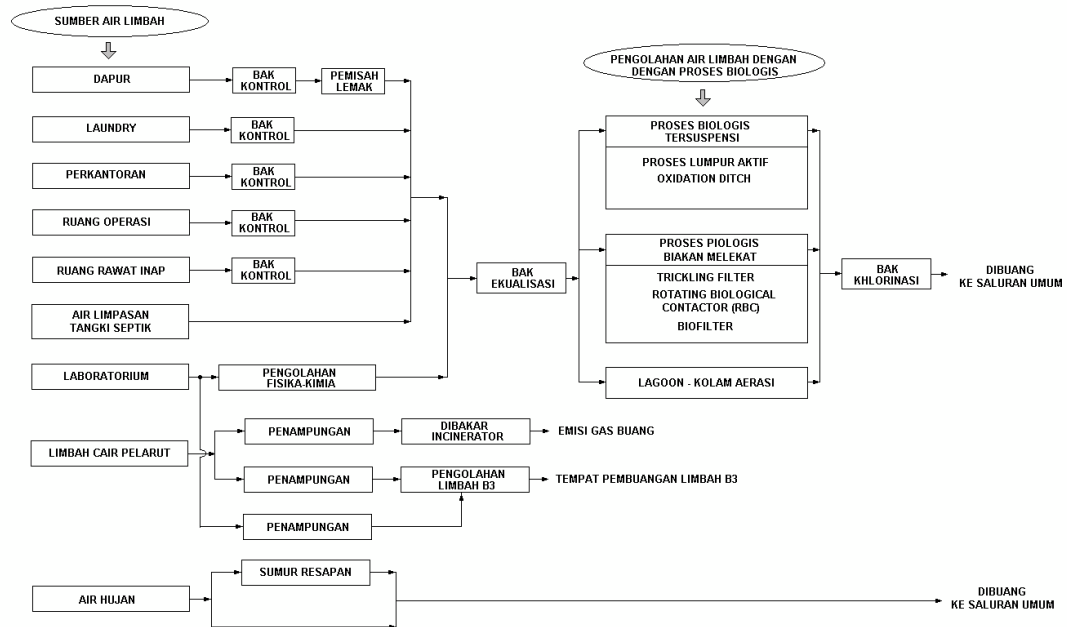
Untuk mengolah air limbah dengan kandungan organik yang tinggi, umumnya digunakan pengolahan biologi (aeraob). Khusus untuk limbah laboratorium, karena mengandung logam berat, maka sebelum diolah dalam pengolahan biologis, diperlukan pengolahan pendahuluan baik secara fisika maupun kimia. Hal ini dikarenakan kandungan logam berat pada limbah laboratorium dapat mengganggu proses pengolahan biologis. Diagram proses pengelolaan limbah cair pada fasilitas pelayanan kesehatan secara umum dapat

dilihat seperti pada Gambar 2.1, sedangkan sumber, karakteristik dan pengaruhnya terhadap air limbah dapat dilihat pada Tabel 2.2. Di dalam pengelolaan limbah cair pada fasilitas pelayanan kesehatan, sebaiknya saluran air hujan dan saluran limbah dipisahkan agar proses pengolahan air limbah dapat berjalan secara efektif.

Tabel 1.1. Contoh karakteristik air limbah rumah sakit

No	PARAMETER	MINIMUM	MAKSIMUM	RATA-RATA
1	BOD - mg/l	31,52	675,33	353,43
2	COD - mg/l	46,62	1183,4	615,01
3	Angka Permanganat (KMnO ₄) - mg/l	69,84	739,56	404,7
4	Ammoniak (NH ₃) - mg/l	10,79	158,73	84,76
5	Nitrit (NO ₂) - mg/l	0,013	0,274	0,1435
6	Nitrat (NO ₃) - mg/l	2,25	8,91	5,58
7	Klorida (Cl ⁻) - mg/l	29,74	103,73	66,735
8	Sulfat (SO ₄ ⁻) - mg/l	81,3	120,6	100,96
9	pH	4,92	8,99	6,96
10	Zat padat tersuspensi(SS) -mg/l	27,5	211	119,25
11	Deterjen (MBAS) - mg/l	1,66	9,79	5,725
12	Minyal/lemak - mg/l	1	125	63
13	Cadmium (Cd) - mg/l	ttd	0,016	0,008
14	Timbal (Pb)	0,002	0,04	0,021
15	Tembaga (Cu) - mg/l	ttd	0,49	0,245
16	Besi (Fe) - mg/l	0,19	70	35,1
17	Warna - (Skala Pt-Co)	31	150	76
18	Phenol - mg/l	0,04	0,63	0,335

Sumber : PD PAL JAYA 1995



Gambar 2.1. Diagram Proses Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit. (Said, 2006)

Keterangan :

1. Pengolahan air limbah laboratorium dilakukan dengan cara dipisahkan dan ditampung, kemudian diolah secara kimia-fisika, selanjutnya air olahannya dialirkan bersama-sama dengan air limbah yang lain.
2. Air limbah yang berupa pelarut yang bersifat B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) antara lain chloroform, antiseptic, asam dll, obat/bahan kimia kadaluarsa dll dilakukan dengan cara pembakaran pada suhu tinggi dengan insinerator atau dapat dilakukan dengan cara dikirim ke tempat pengolahan limbah B3.
3. Khusus dari laundry sebaiknya diberikan pre treatment basin untuk mereduksi detergen dengan cara pembuatan bak *pretreatment* atau dengan *mixing* langsung dalam mesin cuci.
4. Air limbah dari ruang isolasi sebaiknya didesinfeksi terlebih dahulu dengan proses khlorinasi

Tabel 2.2. Sumber, karakteristik dan pengaruh air limbah

Sumber air limbah	Material-material utama	Pengaruh pada konsentrasi tinggi pada penanganan biologis
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rawat Inap ▪ Rawat Jalan ▪ Rawat Darurat ▪ Rawat Intensif ▪ Haemodialisa ▪ Bedah Sentral ▪ Rawat Isolasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Material-material organik • Ammonia • Bakteri patogen • Antiseptik • Antibiotik 	<ul style="list-style-type: none"> • Antiseptik : beracun untuk mikroorganisme • Antibiotik : beracun untuk mikroorganisme
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laboratorium klinik dan kimia 	<ul style="list-style-type: none"> • Material solvent organik • Fosfor • Logam berat • pH fleksibel 	<ul style="list-style-type: none"> • Logam berat : beracun untuk mikroorganisme • pH fleksibel : beracun untuk mikroorganisme
Ruang dapur	<ul style="list-style-type: none"> • Material-material organik • Minyak / lemak • Fosfor • Pembersih ABS 	<ul style="list-style-type: none"> • Minyak / lemak : mengurangi perpindahan oksigen ke air • Pembersih ABS : terbentuk gelembung-gelembung dalam bioreaktor
Ruang cuci (laundry)	<ul style="list-style-type: none"> • Fosfor • pH 8 ~ 10 • ABS, N-heksana 	<ul style="list-style-type: none"> • pH 8 ~ 10 : beracun untuk mikroorganisme • ABS : terbentuk gelembung-gelembung dalam bioreaktor
Ruang Pemrosesan sinar X	Ag, logam berat lain	Ag : beracun untuk mikroorganisme
Ruang radio-isotop	Senyawa-senyawa radioaktif	Senyawa-senyawa radioaktif : beracun

B.3. Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah

Pada umumnya sistem pengolahan air limbah dibagi menjadi 3, yaitu : sistem pengolahan fisik, sistem pengolahan biologis, dan sistem pengolahan kimia. Berdasarkan karakteristik limbah cair rumah sakit yang memiliki kandungan organik cukup tinggi seperti tersebut di atas, maka sistem pengolahan yang umumnya digunakan adalah sistem pengolahan biologis (aeraob).

Pengolahan air limbah secara biologis adalah pengolahan air limbah dengan menggunakan mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah menjadi bahan yang kurang menimbulkan potensi bahaya (misalnya keracunan, kematian biotik akibat penurunan DO, maupun kerusakan ekosistem). Tujuan pengolahan air limbah

secara biologis adalah untuk menghilangkan dan menstabilkan zat – zat pencemar organik terlarut dengan menggunakan mikroorganisme, seperti bakteri, kapang, algae, protozoa, dll.

Prinsip kerjanya biasanya menggunakan media penunjang sebagai tempat hidup mikroorganisme, baik secara melekat maupun tersuspensi sehingga dapat hidup secara optimal dan menguraikan organik pada air limbah tersebut. Proses biologis tersebut dapat dilakukan pada 3 kondisi, yaitu kondisi anaerobik (tanpa udara), kondisi aerobik (dengan udara) dan kondisi anoxic (dengan menggunakan oksigen terikat). Proses anaerobik biasanya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tinggi. Sedangkan proses aerobik digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar.

Dengan adanya baku mutu air limbah yang lebih ketat, maka perlu dilakukan pemilihan teknologi yang dapat memenuhi standar kualitas air limbah serta sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang ada di rumah sakit. Pemilihan teknologi pengolahan air limbah rumah sakit yang akan digunakan didasarkan atas beberapa kriteria antara lain :

- a. Sistem IPAL harus dapat mengolah seluruh air limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit
- b. Efisiensi pengolahan dapat mencapai standar baku mutu lingkungan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor P.68 / Menlhk /Setjen/Kum.1/8/2016.
- c. Pengelolaannya harus mudah.
- d. Lahan yang diperlukan untuk IPAL tidak terlalu besar.
- e. Konsumsi energi rendah.
- f. Biaya operasinya rendah.
- g. Perawatannya mudah dan sederhana.
- h. Lumpur yang dihasilkan sedapat mungkin kecil.
- i. Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar.

- j. Harus tahan terhadap fluktuasi debit dan konsentrasi polutan di dalam air limbah.
- k. Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.
- l. Teknologi yang digunakan merupakan teknologi yang menggunakan komponen lokal.
- m. Biaya konstruksi / investasi murah.
- n. Ketersediaan dan kemudahan penggantian suku cadang.

C. TUJUAN KEGIATAN

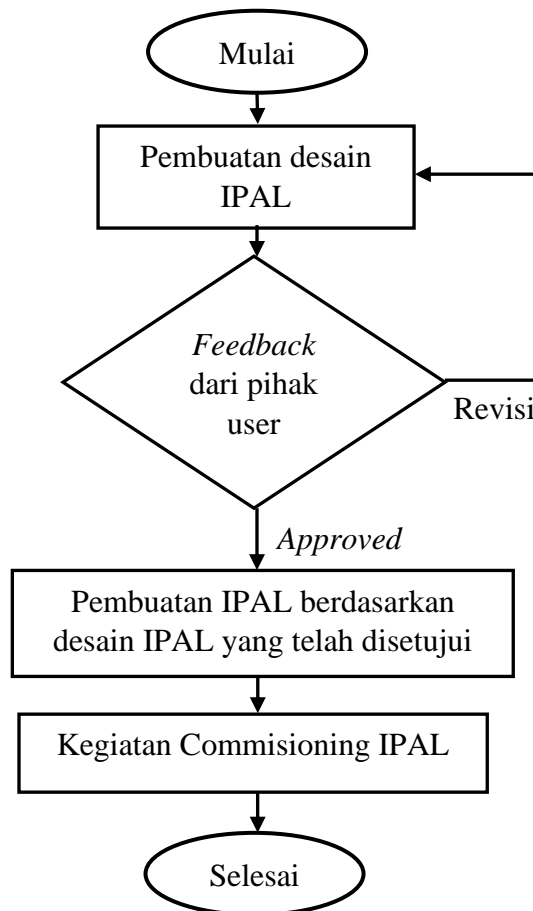
Tujuan dari kegiatan ini adalah mengatasi pencemaran air atau pencemaran lingkungan oleh karena pembuangan air limbah klinik kesehatan dengan pembuatan spesifikasi teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) kapasitas 75,9 m³/hari.

BAB II. METODE KEGIATAN

A. SASARAN MASYARAKAT

Sasaran kegiatan pembuatan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan *commissioning* di Klinik Pratama Bakti Padma Blora, Jawa Tengah ini adalah pemilik rumah sakit dan para staf yang bertanggungjawab terhadap pengoperasian IPAL.

B. METODE KEGIATAN



Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan IPAL

C. URAIAN KEGIATAN

1. Pembuatan desain IPAL

Unit alat ini dirancang untuk dapat mengolah air limbah sebesar 75,9 m³/hari, kurang lebih untuk kapasitas jumlah tempat tidur di rumah sakit sebanyak 75 tempat tidur. Kapasitas desain yang diharapkan adalah sebagai berikut:

- a. Kapasitas IPAL : ± 75,9 m³/hari
- b. COD inlet maks : 500 mg/l
- c. BOD inlet maks : 300 mg/l
- d. Konsentrasi SS : 300 mg/l
- e. Efisiensi Pengolahan : 90%
- f. BOD Outlet : 30 mg/l
- g. SS Outlet : 30 mg/l

2. Kegiatan *commissioning*

Selama masa *commissioning*, staf klinik akan membiasakan diri dengan pengoperasian dan perawatan IPAL. Selain itu juga diharapkan dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang mungkin timbul. Sejak saat permulaan start-up, harus disediakan buku catatan untuk mencatat data-data yang diperoleh pada setiap kejadian yang berlangsung.

BAB III. PELAKSANAAN KEGIATAN

Kegiatan dilaksanakan pada hari Selasa, 26 Maret 2021 di lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dilanjutkan dengan diskusi lebih lanjut di Ruang Serba Guna Klinik Pratama Bakti Padma Blora Jawa Tengah.

Dari hasil survey diperoleh data-data berikut ini.

Jumlah pemakai sebanyak 330 orang yang terdiri dari:

- Pegawai klinik 30 orang
- Pasien 75 orang
- Pengunjung 225 orang

Asumsi yang digunakan:

1. Flow limbah untuk pengunjung dan pasien sebanyak 230 L/orang.hari ($0,23 \text{ m}^3/\text{orang.hari}$), sedangkan untuk pegawai klinik sebanyak 50 L/orang.hari ($0,05 \text{ m}^3/\text{orang.hari}$)
2. Daily peaking factor for flow , BOD, SS = 2,5
3. Hourly peaking factor for sizing sedimentation facilities = 4
4. Effluent BOD concentration $\leq 30 \text{ mg/L}$

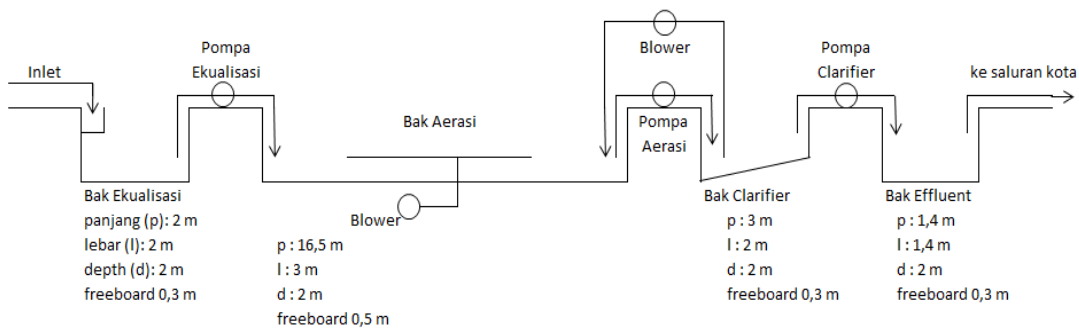
Berdasarkan data-data di atas, diperoleh hasil perhitungan untuk desain IPAL sebagai berikut.

1. Limbah yang dihasilkan: $(330 \text{ orang})(0,23 \text{ m}^3/\text{orang.hari}) = 75,9 \text{ m}^3/\text{hari}$
2. Peak daily flowrate: $(75,9 \text{ m}^3/\text{hari})(2,5) = 189,75 \text{ m}^3/\text{hari}$
3. BOD₅ load: $(330 \text{ orang})(80 \text{ g BOD}_5/\text{orang.hari}) = 26.400 \text{ g BOD}_5/\text{hari}$
4. BOD₅ concentration: $(26.400 \text{ g/hari})/(75,9 \text{ m}^3/\text{hari}) = 347,826 \text{ g/m}^3 = 347,826 \text{ mg/L}$
5. The peak daily BOD₅: $(26.400 \text{ g BOD}_5/\text{day})(2,5) = 66.000 \text{ g BOD}_5/\text{hari} = 66 \text{ kg/hari}$

6. SS load: $(330 \text{ orang})(90 \text{ g SS/orang.hari}) = 29.700 \text{ g SS/hari}$
7. SS concentration: $(29.700 \text{ g SS/hari})/(75,9 \text{ m}^3/\text{hari}) = 391,3 \text{ g/m}^3$
8. The peak daily SS: $(29.700 \text{ g SS/hari})(2,5) = 74.250 \text{ g SS/hari} = 74,25 \text{ kg SS/hari}$
9. Aeration time: 1 hari
10. Volume bak aerasi: $(75,9 \text{ m}^3/\text{hari})(1 \text{ hari}) = 75,9 \text{ m}^3$
11. Peak hour factor for the settling tank = 4
12. Diketahui:
 - ✓ The oxygen transfer efficiency = 6%
 - ✓ Berat jenis udara = $1,26 \text{ kg/m}^3$
 - ✓ The oxygen content = 23,2%

Udara yang dibutuhkan: $(66 \text{ kg BOD5/hari})/((1,26 \text{ kg/m}^3)(23,2\%)(6\%)) = 3.763 \text{ m}^3/\text{hari}$

Dari hasil perhitungan, diperoleh denah IPAL seperti pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Denah IPAL (tampak samping)

Adapun spesifikasi pompa dan blower yang digunakan sebagai berikut:

1. Pompa ekualisasi
 - type : submersible
 - capacity : 4,6125 m³/h

head : 10 m
jumlah : 1 (1 standby)
complete with QDC

2. Pompa aerasi

type : submersible
capacity : 4,6125 mph
head : 10 m
jumlah : 1 (1 standby)
complete with QDC

3. Blower

capacity : 133,5
jumlah : 1 (1 standby)
diffuser : 10 mph
jumlah : 14

4. Pompa recycle

type : sludge pump
capacity : 2,31
head : 10 m
jumlah : 1 (1 standby)

5. Pompa clarifier

type : submersible
capacity : 4,6125 mph
head : 10 m
jumlah : 1 (1 standby)
complete with QDC

6. Pompa effluent

type : submersible
capacity : 4,6125 mph
head : 10 m
jumlah : 1 (1 standby)
complete with QDC

BAB IV. KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi dan perhitungan desain perencanaan IPAL Klinik Pratama Bakti Padma Blora Jawa Tengah, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Karakteristik air limbah rumah sakit mengandung banyak organik, sehingga perencanaan desain yang cocok untuk mengolah air limbah tersebut adalah dengan menggunakan proses biologis.
2. Limbah laboratorium, sebelum masuk di pengolahan IPAL biologis, perlu diolah secara fisika dan kimia agar tidak mempengaruhi kinerja bakteri yang berada di proses biologis.
3. Perencanaan desain IPAL dirancang untuk dapat mengolah air limbah sebesar $75,9 \text{ m}^3/\text{hari}$, kurang lebih untuk kapasitas jumlah tempat tidur di rumah sakit sebanyak 50 tempat tidur.

DAFTAR PUSTAKA

- Brock, TD,1970. *Biology of Microorganisms*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Casey, T.J.,1997. "Unit Treatment Process In Water and Wastewater Engineering". University College Dublin, Ireland : John Wiley and Sons Ltd.
- Chudoba, J, Grau. P and Ottova, V. 1989. Control of activated sludge filamentous bulking II: Selection of micro-organisms by means of a selector. *Water Res.* 7 1389 pp.
- Irman, Joy. "Sistem Pengolahan Air Limbah Secara Biologis". 1 Desember 2017. <https://www.slideshare.net/metrosanita/sistem-pengolahan-airlimbah-secara-biologis>
- Jelena Radjenovic, Marin Matosic , Ivan Mijatovic, Mira Petrovic, Damià Barceló., Membrane Bioreactor (MBR) as an Advanced Wastewater Treatment Technology. *Hdb Env Chem Vol. 5, Part S/2 (2008): 37–101 DOI 10.1007/698_5_093 © SpringerVerlag Berlin Heidelberg. Published online: 6 November 2007*
- Li, Norman N.; Fane, Anthony G.; Ho, W.S. Winston; Matsuura, T. 2008. *Advanced Membrane Technology and Applications. (Chapter 5 & 9).* John Wiley & Sons.
- Lin , Shun Dar. 2007. *Water and Wastewater Calculation Manual. second edition.* Mc Graw-Hill Companies, New York.
- Malia, H. dan Till, S. 2001. *Membrane Bioreactors: Wastewater Treatment Applications To Achieve High Quality Effluent.*
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment Disposal, Reuse, 3rd ed., G. Tchobano-glous and F.L. Burton, eds., McGraw-Hill, Toronto.*
- Said, Nusa Idaman. 2002. *Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Lumpur Aktif Yang Diisi Dengan Media Bioball, Jurnal Air Indonesia Edisi Vol. BPPT. Jakarta.*
- Widayat, Wahyu, dan Nusa Idaman Said. 2005. *Rancang Bangun Paket IPAL Rumah Sakit dengan Proses Biofilter Anaerob – Aerob Kapasitas 20-30 m3 Per Hari. Jakarta : Jurnal Air Indonesia. Vol.1, No.1:52-64*

LAMPIRAN 1. Gambar Bak Ekualisasi dan Bak Aerasi



LAMPIRAN 2. Gambar Bak Aerasi



LAMPIRAN 3. Gambar Bak Clarifier dan Bak Effluent



LAMPIRAN 4. Gambar Filter

