OPTIMALISASI IPAL GEDUNG ARIOBIMO DENGAN MODIFIKASI PROSES LUMPUR AKTIF DAN BIOFILTER

OptimizationWWTPAriobimoBuildingWithModificationProcessActivatedSludgeAndBiofiltration

Oleh :
Setiyono
Peneliti Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair,
Pusat Teknologi Lingkungan – BPPT

Abstrak

Gedung Ariobimo, saat ini telah memiliki satu instalasi pengolahan air limbah domestik yang dilengkapi dengan system re-use. Pada mulanya teknologi proses pengolahan air limbah ini menggunakan proses lumpur aktif, sedangkan system re-use air limbahnya menggunakan kombinasi proses kimia-fisika, yaitu proses koagulasi-flokulasi dan diikuti dengan sedimentasi, filtrasi dan terakhir dengan adsorbsi. Karena kurang optimalnya proses ini, maka outlet IPAL ini dan kualitas air re-use nya tidak dapat memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Setelah dilakukannya perbaikan proses lumpur aktif yang ada, kualitas outlet IPAL ini dapat memenuhi standar kualitas limbah buangan. Sedangkan proses koagulasi-flokulasi diganti dengan proses biofilter dengan media sarang tawon, kualitas air olahannya dapat memenuhi standar kualitas air bersih.

***Kata Kunci** : Air limbah domestik, modifikasi proses, daur ulang air.*

Abstract

Ariobimobuilding, now hasadomestic wastewatertreatment plantwhichis equippedwiththe systemre-use. At first,the process ofwastewater treatmenttechnologyusingactivated sludge process, while thesystemre-useof wastewaterusing a combination ofchemical-physical processes, namelythe process ofcoagulation-flocculation followed bysedimentation,filtrationandadsorptionlastwith. Becausethis process isnot optimal, thenthisWWTPoutletandthe quality ofitswaterre-usecan not meetthe expectedquality standards. After theimprovement ofthe existingactivated sludgeprocess, the quality ofthisWWTPoutletcanmeet the quality standardsof wastedischarges. While theprocess ofcoagulation-flocculation is replacedwithbiofilterprocess using honeycombtube media, the quality ofthe effluentcanmeetwaterquality standards.

***Keywords :**Domestic wastewater,process modification, water reused.*

1. PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Masalah pencemaran lingkungan oleh air limbah saat ini sudah sampai pada tahap yang mengkhawatirkan seperti halnya di DKI Jakarta. Beban polutan organik yang dibuang ke badan sungai atau lingkungan di DKI sudah sampai pada tahap dimana alam atau lingkungan sudah tidak mampu lagi melakukan pemurnian secara alami. Dampaknya antara lain pencemaran sungai maupun teluk Jakarta yang mengakibatkan kepada kematian ikan. Ironisnya, sumber pencemar dominan di DKI bukanlah dari kegiatan industri yang sering dituding sebagai penyebab utama, melainkan dari sumber domestik atau rumah tangga.

Di Jakarta, sebagai akibat masih minimnya fasilitas pengolahan air buangan kota mengakibatkan tercemarnya badan - badan sungai oleh air limbah domestik, bahkan badan sungai yang diperuntukkan sebagai bahan baku air minumpun telah tercemar pula. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum (PU) DKI Jakarta bersama-sama dengan Tim JICA (1990), jumlah unit air buangan dari buangan rumah tangga per orang per hari adalah 118 liter dengan konsentrasi BOD rata-rata 236 mg/lt dan pada tahun 2010 nanti diperkirakan akan meningkat menjadi 147 liter dengan konsetrasi BOD rata-rata 224 mg/lt, (Annonim 1, 1990).

Gedung Ariobimo di Jl. Rasuna Said, Blok X-2 Kav. 5, Jakarta 12950 merupakan salah satu gedung perkantoran yang turut menghasilkan limbah domestik. Saat ini Ariobimo telah memiliki sarana pengolahanan limbah berupa IPAL yang dilengkapi dengan unit re-use untuk memenuhi keperluanair di sistem pendingin udara dan siram tanaman. Berdasarkan hasil analisa kualitas limbah, *outlet* IPAL tersebut belum maksimal. Parameter amoniak seringkali melebihi standar baku mutu, disamping itu

di sistem pendinginan udara yang menggunakan air daur ulang ini juga sering timbul lumpur yang melekat di kisi-kisi sistem pendinginan sehingga dapat menurunkan kinerja dari sistem pendinginan ini. Agar standar baku mutu dapat tercapai dan untuk mengurangi timbulnya lumpur di sistem pendingin udara, maka diperlukan renovasi dan modifikasi IPAL tersebut.Dengan modifikasi IPAL ini, nantinya diharapkan semua parameter kualitas limbah akan memenuhi persyaratan sesuai dengan Pergub. DKI no. 122 tahun 2005 dan dapat meningkatkan kualitas air yang digunakan untuk sistem pendingin udara dan permasalahan timbulnya lumpur di sistem pendinginan udara dapat dihindarkan.

1.2 Permasalahan

Kualitas hasil outlet IPAL Gedung Ariobimosaat ini sering bermasalah. Parameter amonia masih di atas standar baku mutu, dan sering menimbulkan permasalahan di air re-usenya berupa timbulnya lumpur dan cacing di sistem pendingin udara sehingga dapat menurunkan kinerja di unit pendingin udara tersebut.

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tulisan dalam makalah ini bertujuan untuk:

- Mengevaluasi kinerja IPAL dan sistem pengelolaan air limbah Gedung Ariobimo.
- Memberikan rekomendasi perbaikan sistem (meredisain).
- Merenovasi IPAL dengan modifikasi proses biofilter.
- Start-up operasional dan monitoring IPAL hasil modifikasi.

Sedangkan sasaran dari tulisan ini adalah untuk meningkatkan kualitas outlet IPAL dan air re-use agar memenuhi standar.

1.4 Metodologi

Metodologi pelaksanaan kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- Survai lapangan.
- Observasi lapangan dan pengambilan data-data sekunder.
- Pengumpulan data, dengan target mendapatkan data-data sebagai berikut:
  a. Jumlah limbah yang diolah per hari.
  b. Proses IPAL saat ini (*existing*).
  c. Gambar disain saat ini (*existing*).
  d. Parameter yang sering tidak memenuhi standar.
- Pengolahan data sekunder dan data primer dengan bantuan perangkat lunak basis data dan statistik kemudian hasilnya dianalisa dan dibahas.
- Perencanaan redisain teknis sistem pengolahan air limbah.
- Pelaksanaan renovasi dan modifikasi IPAL.
- Star-up operasional IPAL hasil modifikasi.
- Monitoring hasil operasional IPAL.

1.5 Hasil Yang Diharapkan

Hasil yang diharapkan dari pekerjaan ini adalah sebagai berikut :

1) Diperolehnya data tentang kondisi existing IPAL dan diketahui persoalan yang sering muncul.
2) Disain IPAL dengan kombinasi proses lumpur aktif dengan biofilter.
3) Satu IPAL dengan proses modifikasi lumpur aktif-biofilter yang stabil.

2. BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK DI DKI JAKARTADAN KUALITAS OUTLET IPAL GEDUNG ARIOBIMO

2.1 Baku Mutu Limbah Cair Domestik di DKI Jakarta

Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke lingkungan (badan penerima buangan limbah). Jadi semua air limbah tersebut sebelum dibuang ke perairan/saluran umum harus diolah terlebih dahulu sampai memenuhi standar baku mutu.

Sesuai dengan Peraturan Gubernur Propinsi DKI Jakarta No. 122 Tahun 2005, tanggal 19 Oktober 2005 tentang Baku Mutu Limbah Cair Domestik, maka semua limbah domestik harus diolah sampai memenuhi baku mutu yang berlaku sesuai dengan Pergub tersebut(Annonim 2, 2005). Tabel 1 menunjukkan lampiran data standar baku mutu limbah domestik sesuai dengan Peraturan Gubernur Propinsi DKI Jakarta No. 122 Tahun 2005

Tabel 1 : LampiranPeraturan Gubernur Propinsi DKI Jakarta No. 122 Tahun 2005.

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Metode
1	pH	-	6 – 9	SNI 06-6989.11-2004
2	KmnO4	Mg/lt	85	SNI 06-6989.22-2004
3	TSS	Mg/lt	50	SNI 06-6989.3-2004
4	Amoniak	Mg/lt	10	SNI 06-6989.30-2005
5	Minyak & Lemak	Mg/lt	20	HACH
6	Detergen (MBAS)	Mg/lt	2	SNI 06-6989.51-2005
7	BOD_5	Mg/lt	50	SNI 06-2503-1991

8	COD	Mg/lt	80	SNI 06-6989.15-2004

Peraturan Gubernur Propinsi DKI Jakarta No. 22 Tahun 2005, tanggal 19 Oktober 2005.

2.2Kualitas Outlet IPAL Domestik Gedung Ariobimo

Sumber air limbah gedung Ariobimoberasal dari kegiatan, rumah makan *(restaurant)*, kegiatan perkantoran dan perniagaan, kamar mandi, toilet, dan air bekas pencucian kendaraan. Kualitas limbah buangan hasil pengolahan IPAL gedung Ariobimo, berdasarkan hasil analisa sampel pada tanggal 18 Januari 2011 (PT. EKM, 2011) seperti terlihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2 : Hasil Analisa Kualitas Limbah IPAL Gedung Ariobimo (Tanggal 18 Januari 2011).

Dari hasil analisa tersebut diatas dapat terlihat, bahwa parameter amonia tidak dapat memenuhi standar kualitas limbah buangan.

3. PENGELOLAAN LIMBAH DOMESTIK DI GEDUNG ARIOBIMO

GedungAriobimo saat ini memiliki satu unit instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang berada di *basement* gedung. Air hasil pengolahan (outlet) IPAL ini sebagian ditingkatkan lagi kualitasnya dengan proses filtrasi dengan *sand filter* dan *carbon filter*. Produk outlet IPAL yang telah ditingkatkan kualitasnya ini digunakan untukmemenuhi kebutuhan air di sistem pendingin udara dan sebagian digunakan sebagai air siram tanaman.

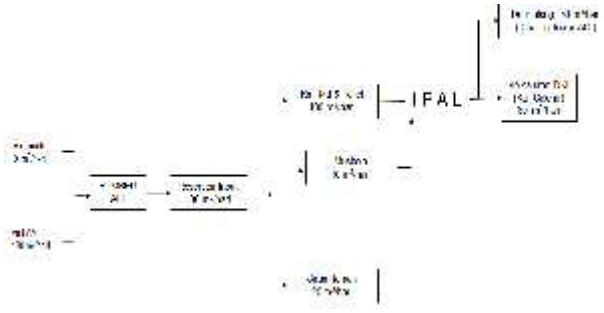
3.1 Jumlah Pemakaian Air di Gedung Ariobimo

Gedung Ariobimo, merupakan salah satu gedung perkantoran yang selalu mengutamakan untuk menjaga kebersihan lingkungan dan memberikan fasilitas terbaik bagi para penggunanya. Untuk menunjang tingkat kebersihan yang tinggi, salah satu faktor terpenting adalah tersedianya air bersih yang memadai sesuai dengan kebutuhannya. Air bersih ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik bagi karyawan yang ada, siram taman, cuci kendaraan operasional dan untuk sistem pendinginan udara.

Kebutuhan air bersih di gedung Ariobimo dalam sehari adalah sekitar 60 -130 m^3/hari, dan rata-rata 92,1 m^3/hari(PT. EKM, 2011), secara detail grafik kebutuhan air bersih di gedung Ariobimo setiap bulannya ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1.

Gambar 1 : Grafik pemakaian air bersih di gedung Ariobimo(rata-rata dalam m^3/hari).

Seluruh kebutuhan air bersih ini dipenuhi dari sumber PDAM semua, sumur tanah yang ada hanya digunakan sebagai cadangan untuk menghadapi jika ada permasalahan dengan suplay air dari PDAM sehingga selama ini tidak pernah dimanfaatkan airnya. Dari sejumlah air tersebut pemanfaatnya adalah 100 m^3/hari digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik (kamar mandi, toilet, dapur), 10 m^3/hari untuk memenuhi kebutuhan air di mushola, dan 20 m^3/hari digunakan untuk siram taman. Dari sejumlah air tersebut air limbah dari pemanfaatan untuk keperluan domestik 110 m^3/hari diolah di IPAL yang sudah ada. Hasil *outlet* IPAL ini sebagian dimanfaatkan untuk air *cooling tower* (50 m^3/hari) dan sisanya dibuang ke saluran DKI (60 m^3/hari). Secara detail neraca pemakaian air di gedung Ariobimodapat dilihat pada Gambar 2.



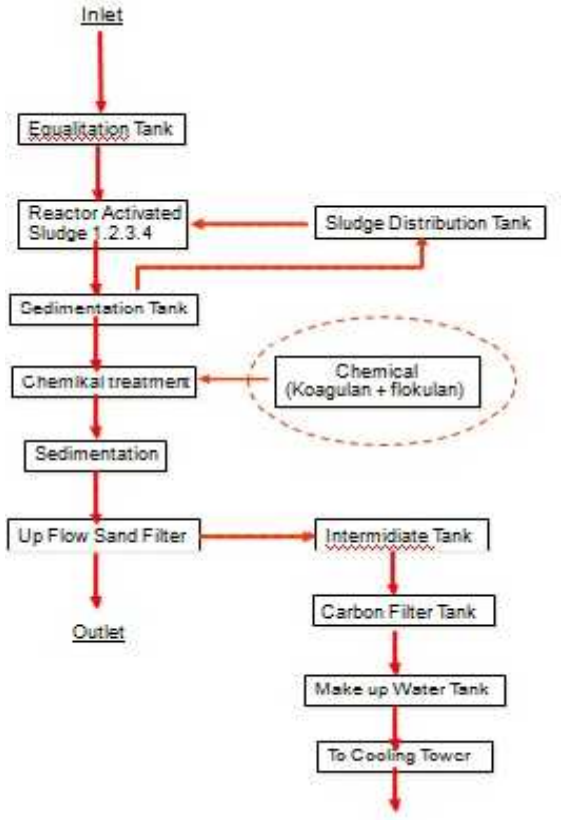
Gambar 2 : Neraca Pemakaian Air Bersih di Gedung Ariobimo.

3.2 Proses IPAL Awal Sebelum Modifikasi

Saat ini proses pengolahan limbah di gedung Ariobimo menggunakan teknologi lumpur aktif,

dimana limbah segar diaerasi dengan menggunakan blower udara dalam empat (4) buah reaktor yang disusun secara seri. Kemudian lumpur yang terbentu diendapkan dalam tangki sedimentasi lalu filtratnya ditambahkan bahan kimia koagulan dan flokulanuntuk penghilangan padatan tersuspensi yang lolos dari bak pengendap. Setelah penambahan koagulan dan flokulan, flok-flok yang terbentuk diendapkan, lalu filtratnya di filter dengan sand filter dan karbon filter. Hasil dari air yang telah difilter ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan di sistem pendingin AC (*cooling tower)*. Diagram alir proses pengolahan limbah di IPAL gedung Ariobimo sebelum modifikasi adalah seperti terlihat pada Gambar3, sedangan flow diagram pengelolaan limbah dan flow diagram proses IPAL Gedung Ariobimosebelum modifikasi dapat dilihat seperti pada Lampiran 1 dan 2.

Meski telah dilakukan dalam beberapa tahap proses pengolahan, namun saat ini outlet limbah dari IPAL ini masih belum dapat memenuhi kualitas hasil sesuai dengan Pergub DKI no. 122 tahun 2005, sehingga pihak manejemen diminta untuk melakukan perbaikan sistem IPAL tersebut. Data kualitas air olahan IPAL Ariobimosebelum renovasi dapat dilihat seperti pada Tabel 2.



Gambar 3: Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah Di IPAL Gedung AriobimoAwal.

Bak Equalisasi

Bak equalisasi berfungsi menstabilkan karakteristik limbah dan untuk mengontrol debit limbah yang yang fluktuatif sebelum masuk ke proses IPAL. Bak equalisasi juga berfungsi untuk meningkatkan efektivitas dari proses pengolahan selanjutnya.Volumen bak equalisasi IPAL ariobimo sebesar 96 m^3, dengan kapasitas olah 100 m^3/hr yang berati waktu tinggal selama 22,8 jam sudah sangat mencukupi sekali.

Reaktor Lumpur Aktif

Proses pengolahan limbah di gedung Ariobimo ini menggunakan proses lumpur aktif konvensional (standar), yang terdiri dari bak pengendap awal, bak aerasi dan bak pengendap akhir.Air limbah yang berasal dari bak equalisasi yang dilengkapi dengan saringan kasar di pompa ke reactor lumpur aktif/bak aerasi. Di dalam reactor ini air limbah dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah. Energi yang didapatkan dari hasil penguraian zat organik tersebut digunakan oleh mikrorganisme untuk proses pertumbuhannya. Dengan demikian didalam bak aerasi tersebut akan tumbuh dan berkembang biomasa dalam jumlah yang besar. Biomasa atau mikroorganisme inilah yang akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah.

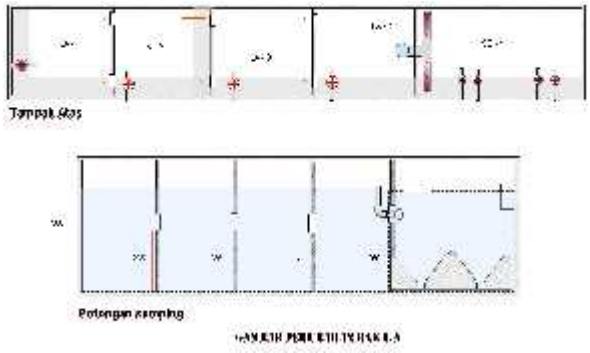
IPAL ariobimo dilengkapi dengan 4 buah reaktor lumpur aktif yang dipasang secara seri, dengan volume efektif masing-masing sebesar 33,7 m^3. Dengan demikian volume total reaktor sebesar 4 x 33,7 m^3 = 134,8 m^3. Dengan kapasitas olah 100 m^3/hr yang berati waktu tinggal selama 32,3 jam sudah sangat mencukupi sekali.

Bak Sedimentasi

Bak sedimentasi di sini berfungsi untuk mengendapkan lumpur aktif yang berasal dari reactor, kemudian dikembalikan lagi ke dalam reactor lumpur aktif. Filtrate hasil pengendapan ini dialirkan ke proses koagulasi-flokulasi sebelum proses filtrasi. Bak sedimentasi IPAL ariobimo sebesar 39,5 m^3, dengan kapasitas olah 100 m^3/hr yang berati waktu tinggal selama 9,4 jam sudah sangat mencukupi sekali. Gambar 4 menunjukkan dimensi reaktor lumpur aktif lengkap dengan bak sedimentasinya.

Reaktor lumpur aktif IPAL Ariobimo ini dilengkapi dengan menggunakan cross buble difuses, yang berfungsi untuk mendifusikan oksigen dari udara yang dihembuskan ke dalam air limbah. Disamping itu, diffuser ini juga berfungsi sebagai

pengaduk agar terjadi homogenisasi lumpur di dalam limbah.



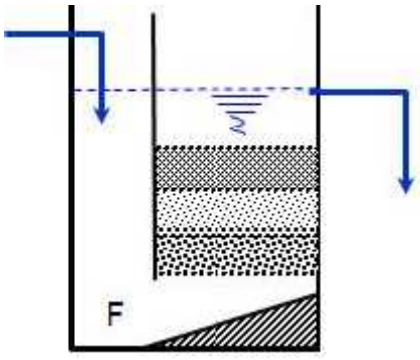
Gambar 4 : Proses *Activated Sludge* di IPAL Gedung Ariobimo.

Proses Koagulasi-Flokulasi

Proses koagulasi-flokulasi ini bertujuan untuk menghilangkan TSS yang masih terbawa setelah proses sedimentasi dan sebelum dilakukan proses filtrasi dan adsorbsi menggunakan filter pasir dan filter karbon. Pada proses penghilangan TSS ini, juga dilengkapi dengan unit sedimentasi untuk pengendapan flok-flak yang terbentuk dari hasil proses koagulasi - flokulasi.

Pengolahan Secara Filtrasi (Penyaringan)

Filtrasi dengan menggunakan saringan pasir lambat, digunakan untuk menghilangkan sisa padatan tersuspensi yang tidak terendapkan pada proses sedimentasi setelah koagulasi-flokulasi. Penyaringan yang diterapkan di sini adalah penyaringan lambat dengan memanfaatkan energi potensial air itu sendiri, artinya hanya melalui gaya gravitasi. Penyaringan ini dilakukan secara terbuka dengan tekanan atmosferik. Gambar sistem penyaringan IPAL Ariobiomo dapat dilihat seperti pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 : Sistem Saringan Pasir Lambat IPAL Gedung Ariobimo.

Adsorpsi :

Adsorpsi adalah penumpukan materi pada interface antara dua fasa. Pada umumnya zat terlarut terkumpul pada interface. Proses adsorpsi memanfaatkan fenomena ini untuk menghilangkan materi dari cairan. Banyak sekali adsorbent yang digunakan di industri, namun karbon aktif merupakan bahan yang sering digunakan karena harganya murah dan sifatnya nonpolar. Gambar 6 menunjukkan foto sistem adsorpsi unit *re-use*gedung Ariobimo.

Gambar 6 : Foto Sistem Adsorbsi Karbon Aktif IPAL Gedung Ariobimo.

4. HASIL EVALUASI IPAL DAN SOLUSINYA

4.1 Hasil Evaluasi IPAL

Proses yang diterapkan pada pengolahan yang limbah di IPAL gedung Ariobimo ini sudah cukup lengkap dan dari segi waktu tinggal juga sudah mencukupi, tetapi hasil dari outlet ini belum dapat memenuhi persyaratan baku mutu limbah buangan maupun syarat air bersih. Berdasarkan hasil pengamatan dan evaluasi lapangan ditemukan beberapa hal yang menyebabkannya, antara lain :

- Fungsi dari bak equalisasi kurang optimal. Screen yang ada sudah sama berlubang, sehingga hampir semua padatan kasar terbawa masuk ke dalam reaktor lumpur aktif.
- Sistem pengadukan yang ada di bak equalisasi juga tidak berfungsi dengan baik, sehingga homogenitas kuwalitas limbah tidak dapat terjaga dengan baik.
- Pengaturan debit pompa dari bak equalisasi ke reaktor lumpur aktif juga tidak berfungsi dengan baik, sehingga kuantitas limbah yang masuk ke reaktor lumpur aktif sangat fluktuatif sekali.
- Difuser di reaktor lumpur aktif terpasang terbalik, dan kondisi difuser sudah sama pecah sehingga

tidak terjadi pemerataan suplai udara serta difusi oksigen ke dalam limbah tidak optimal.
- Bak sedimentasi lumpur aktif sudah rusak, sehingga sebagian besar lumpur terbawa ke filtrat (tidak dapat mengendap dengan sempurna).
- Sistem sirkulasi lumpur aktif juga tidak ada, sehingga limbah yang baru masuk ke reaktor tidak mendapatkan suplai mikroba dengan baik.
- Proses koagulasi-flokulasi tidak berfungsi dengan baik, sehingga TSS yang lolos masuk ke sini akan terbawa ke sistem filtrasi.Tidak berfungsinya proses ini disebabkan karena sistem dan peralatan yang ada kurang memadai serta sistem operasional yang tidak memenuhi stándar. Dengan demikian, proses koagulasi-flokulasi ini tidak banyak membantu dalam peningkatan kualitas produk.
- Tingginya TSS yang masuk ke sistem filtrasi menyebabkan filter pasir sering tersumbat dan kerja sistem adsorbsi karbon aktif semakin berat.

Dengan belum terpenuhinya kualitas buangan air limbah tersebut dan belum terpenuhinya standar stándar kualitas air untuk sistem pendingin AC, maka pihak pengelola memutuskan untuk melakukan renovasi dan modifikasi IPAL.

4.2 Hasil Modifikasi IPAL :

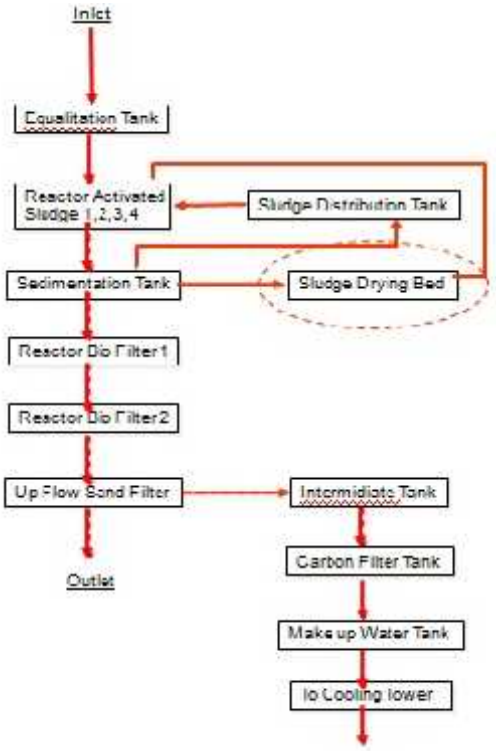
Hasil modifikasi proses IPAL, berdasarkan hasil evaluasi lapangan dan analisis laboratorium yang adaadalah sebagai berikut :
- Memperbaiki system di bak equalisasi.
- Memperbaiki diffuser dan sistem aliran di reactor lumpur aktif.
- Memperbaiki bak sedimentasi lumpur aktif.
- Menggantikan proses koagulasi-flokulasi yang tidak berfungsi dengan reaktor bioflter.
- Memperbaiki system operasi IPAL.
- Memperbaiki system filtrasi (mengganti media filter yang ada).
- Memberikan training kepada operator yang ada.

Diagram alir proses pengolahan limbah di IPAL gedung Ariobimo setelah modifikasi adalah seperti terlihat pada Gambar7, sedangan flow diagram pengelolaan limbah dan flow diagram proses IPAL Gedung Ariobimo hasil modifikasi dapat dilihat seperti pada Lampiran 3 dan 4.

4.2.1 Pengolahan Awal Secara Fisika

Bak Equalisasi

Bak equalisasi bukan merupakan suatu proses pengolahan tetapi merupakan suatu cara atau teknik untuk meningkatkan efektivitas dari proses pengolahan selanjutnya. Keluaran dari bak equalisasi adalah kestabilan parameter operasional bagi unit pengolahan selanjutnya seperti debit limbah, kadar pollutan atau kualitas limbah, temperatur, padatan, dsb.



Gambar 7: Diagram Alir Hasil Modifikasi Proses Pengolahan Limbah Di IPAL Gedung Ariobimo.

Fungsi dari equalisasi adalah :
- Menstabilkan debit limbah yang akan diolah di IPAL (Membagi dan meratakan volume pasokan (influent) untuk masuk ke daam proses pengolahan.
- Menstabilkan karakteristik limbah (meratakan variable) & fluktuasi dari beban organik untuk menghindari *shock loading* pada sistem pengolahan biologi.
- Meratakan pH untuk meminimalkan kebutuhan *chemical* pada proses netralisasi (jika diperlukan).
- Meratakan kandungan padatan (SS, koloidal, dls) untuk meminimalkan kebutuhan bahan kimia pada proses koagulasi dan flokulasi.

Untuk mengoptimalkan fungsi bak equalisasi seperti tersebut di atas, maka di bak equalisasi ini dilakukan perbaikan sebagai berikut :
- screen limbah diganti dengan yang baru.
- Memperbaiki sistem pengadukan dengan mengganti diffuser yang sudah rusak.
- Dipasang sistem sirkulasi limbah untuk mengatur debit air limbah.

Gambar 8 : *Screen* limbah Di IPAL Gedung Ariobimo.

4.2.2Pengolahan Secara Biologi

4.2.2.1 Proses Lumpur Aktif

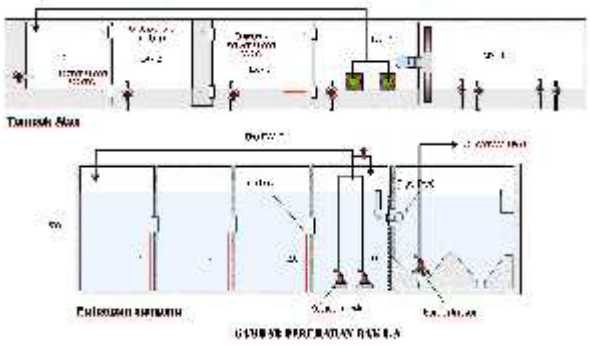
Berdasarkan hasil evaluasi yang ada, pada awalnya reactor lumpur aktif ini tidak dapat berfungsi dengan baik. Beberapa perbaikan yang dilakukan di reaktor ini antara lain :

- Menggantikan semua difuser yang sudah rusak dengan perforated diffuser.
- Menggantikan system pengaturan distribusi udara yang pada mulanya menggunakan *ball valv*e dengan *gate valve* yang lebih mudah untuk pengaturan distribusi udara. Dengan gate valve ini, maka akan lebih mudah untuk mendistribusikan aliran udara ke semua area reaktor sehingga proses difusi udara akan lebih sempurna.
- Memasang system sirkulasi lumpur aktif dari bak sedimentasi.
- Memperbaiki sistem aliran air limbah agar dapat lebih merata.
- Di bak sedimentasi juga diperbaiki dengan memperbaiki sistem *intake* limbah dan menambahkan wier di *outlet* nya. Dengan adanya perbaikan sistem aliran ini akan dapat menyempurnakan dan mempercepat proses pengendapan lumpur aktif yang ada, sehingga proses sirkulasi lumpur ke reaktor lumpur aktif akan lebih efektif

Skema proses pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif gedung Ariobimo dapat dilihat pada Gambar 9.

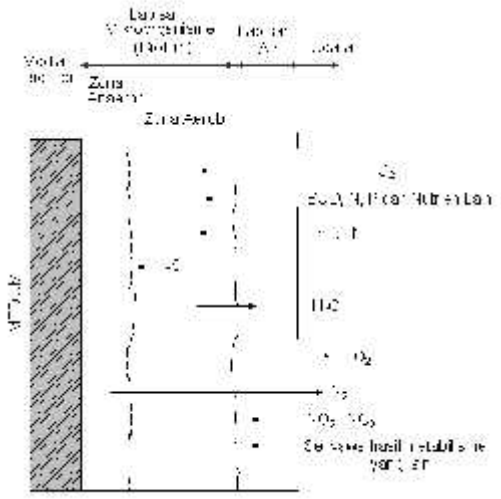
4.2.2.2 Proses Film Mikrobiologis (*Biofilm*)

Untuk meningkatkan kualitas hasil air olahan IPAL ini, sistem proses lumpur aktif IPAL gedung Ariobimo ini dikombinasi dengan reaktor biofilter/biofilm. Proses yasnag diterapkan disini adalah proses aerobik, dengan kondisi adanya oksigen terlarut di dalam reaktor air limbah. Pada kondisi aerobik ini, akan terjadi proses nitrifikasi yakni nitrogen amonium diubah menjadi nitrat ($NH_4^+ \rightarrow NO_3$) dan pada kondisi anaerobik terjadi proses denitrifikasi yakni nitrat yang terbentuk diubah menjadi gas nitrogen ($NO_3 \rightarrow N_2$).



Gambar 9 : Proses Activated Sludge Di IPAL Gedung Ariobimo.

Mekanisme proses metabolisme di dalam sistem biofilm secara aerobik secara sederhana dapat diterangkan seperti pada Gambar 10. Gambar tersebut menunjukkan suatu sistem biofilm yang yang terdiri dari medium penyangga, lapisan biofilm yang melekat pada medium, lapisan alir limbah dan lapisan udara yang terletak diluar. Senyawa polutan yang ada di dalam air limbah misalnya senyawa organik (BOD, COD), amoniak, phospor dan lainnya akan terdifusi ke dalam lapisan atau film biologis yang melekat pada permukaan medium.



Gambar 10. : Mekanisme Proses Metabolisme Di Dalam Proses Dengan Sistem Biofilm (Eckenfelder,1989).

Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen yang terlarut di dalam air

limbah senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di dalam lapisan biofilm dan energi yang dihasilhan akan diubah menjadi biomasa. Suplay oksigen pada lapisan biofilm dapat dilakukan dengan beberapa cara misalnya pada sistem RBC yakni dengan cara kontak dengan udara luar, pada sistem "*Trickling Filter*" dengan aliran balik udara, sedangkan pada sistem biofilter tercelup dengan menggunakan blower udara atau pompa sirkulasi.

A. Proses Pengolahan Secara Aerob

Di dalam proses pengolahan air limbah organik secara biologis aerobik, senyawa komplek organik akan terurai oleh aktifitas mikroorganisme aerob. Mikroorganisme aerob tersebut di dalam aktifitasnya memerlukan oksigen atau udara untuk memecah senyawa organik yang komplek menjadi CO_2 (karbon dioksida) dan air serta ammonium, selanjutnya ammonium akan dirubah menjadi nitrat dan H_2S akan dioksidasi menjadi sulfat. Secara sederhana reaksi penguraian senyawa organik secara aerobik dapat digambarkan sebagai berikut:

Reaksi Penguraian Organik (Said, 2008):

$$\text{Senyawa+ Polutan organik} \xrightarrow{\text{Oksigen } (O_2)} CO_2 + H_20 + NH_4$$

+Biomasa Heterotropik

Reaksi Nitrifikasi :

$$NH_4^+ + 1{,}5\ O_2 \text{ -----> } NO_2^- + 2\ H^+ + H_2O$$

$$NO_2^- + 0{,}5\ O_2 \text{ ------> } NO_3^-$$

Reaksi Oksidasi Sulfur :

$$S^{2-} + ½\ O_2 + 2\ H^+ \text{ ----- > } S^0 + H_2O$$

$$2\ S + 3\ O_2 + 2\ H_2O \text{ ----> } 2\ H_2SO_4$$

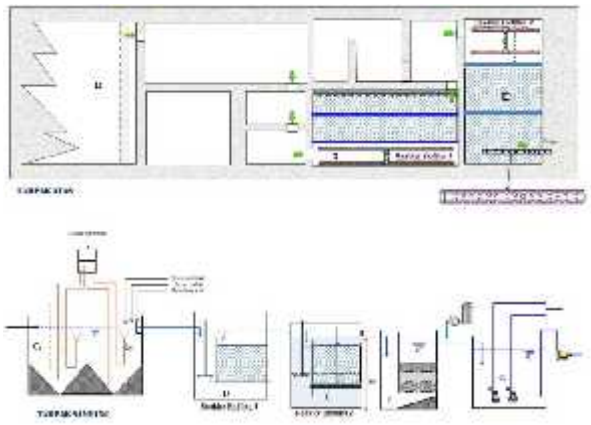
Modifikasi biofilter di dalam sistem IPAL gedung Ariobimoini dapat dilihat seperti pada Gambar 11.

B. Media Biofilter

Media biofilter sarang tawon termasuk hal yang penting, karena media ini berfungsi sebagai tempat tumbuh dan menempelnya mikroorganisme. Dua sifat yang paling penting yang harus ada dari media adalah :

- Luas permukaan dari media yang cukup besar per satuan volume.
- Persentase ruang kosong yang baik, karena semakin besar ruang kosong, akan semakin besar pula kontak biomassa yang menempel pada media pendukung dengan substrat yang ada dalam air buangan.

Untuk mendapatkan permukaan media yang luas, media dapat dimodifikasikan dalam berbagai bentuk, yaitu bergelombang, saling silang seperti sarang tawon.



Gambar 11 : Gambar Modifikasi Reaktor Biofilter Dalam Sistem IPAL Gedung Ariobimo.

Salah Satu contoh media biofilter yang banyak digunakan, yakni media dalam bentuk sarang tawon (*honeycomb tube*) dari bahan PVC. Kelebihan dalam menggunakan media plastik tersebut antara lain :

- Mempunyai luas permukaan per m^3 volume sebesar 150 – 240 m^2/m^3.
- Volume rongga yang besar dibanding media lainnya.
- Kemungkinan terjadinya penyumbatan pada media sangat **kecil**(Eckenfelder,1989**).**

.

Gambar 12 : Media Biofilter Sarang Tawon.

4.2.3Pengolahan Lanjutan Untuk Daur Ulang

Outlet IPAL gedung Ariobimo ini mempunyai kualitas yang sangat baik dan stabil, sehingga dapat dimanfaatkan lagi untuk memenuhi kebutuhan air di sistem pendingin udara (*cooling tower)* dan siram taman. Agar kualitas air re-use ini dapat lebih baik dan stabil, maka IPAL ini dilengkapi dengan unit daur ulang *(re-use)* berupa *sand filter* dan *carbon*

*filter*serta dilengkapi dengan sistem injeksi kaporit sebagai disinfektan.

A. Pengolahan Secara Filtrasi (Penyaringan)

Proses filtrasi yang ada di IPAL gedung Ariobimo ini tetap menggunakan peralatan yang lama, yaitu sistem penyaringan lambat. Yang dilakukan hanya proses penggantian media filter (pasir) yang sudah banyak mengandung kotoran dan sulit untuk dibersihkan.

B. Adsorpsi

Proses adsorbsi yang ada di IPAL gedung Ariobimo ini tetap menggunakan sistem dan peralatan yang lama. Yang dilakukan hanya proses penggantian media filter karbon aktif yang sudah jenuh dengan media yang baru.

C. Disinfektan

Proses pengolahan secara kimia yang ada disini adalah proses disinfektan, yaitu proses penghancuran atau pembunuhan mikroorganisme penyebab penyakit (*pathogen*). Jadi disinfeksi menghilangkan semua mikroorganisme pathogen dari air yang mengalami pengolahan tersebut. Proses ini pada umumnya merupakan proses pada tahap akhir dalam satu rangkaian proses pengolahan air limbah sebelum disalurkan /dibuang ke saluran umum.

Beberapa metode disinfeksi yang sering digunakan antara lain:

- Penambahan zat kimia;
- Penggunaan materi fisik, seperti panas dan cahaya;
- Penggunaan mekanik;
- Penggunaan elektromagnetik, akustik, dan radiasi.

Metode yang paling banyak digunakan adalah metode penambahan bahan kimia, seperti juga yang diterapkan di IPAL gedung Ariobimo ini disinfektan yang diterapkan adalah dengan penggunaan zat khlor (khlorinasi). Gambar 13menunjukkan tangki khlor yang digunakan di IPAL gedung Ariobimo.

Dengan adanya proses klorinasi ini juga dapat mencegah tumbuhnya lumut di sistem pendingin udara.

4.3 Monitoring Kinerja Ipal Gedung Ariobimo

Setelah pelaksanaan pekerjaan renovasi atau modifikasi IPAL selesai dikerjakan, maka dilakukan pekerjaan *start-up* operasional dan monitoring kinerja dari IPAL tersebut. Monitoring hasil olahan ini dilakukan untuk pengecekkan terhadap sistem operasi IPAL.

Gambar 13 : Foto Tangki Kaporit IPAL Gedung Ariobimo.

Jika dari hasil monitoring tersebut masih ditemukan hal-hal yang menyebabkan kurang sinkronnya sistem operasi IPAL maupun kualitas outlet yang belum sesuai dengan perencanaan sebelumnya, maka akan dilakukan penyempurnaan-penyempurnaan yang berkaitan dengan sistem operasinal IPAL. Pekerjaan ini juga mencakup sampling hasil dan analisa hasil pengolahan. Foto hasil monitoring dan hasil analisa limbah disajikan seperti Pada Gambar 14 sampai dengan gambar 16 sebagai berikut .

Gambar 14 : Foto Kualitas Inlet Dan Outlet LimbahTanggal 6 Juni 2011.
a. Outlet Reaktor Lumpur Aktif
b. Outlet Reaktor Biofilter,
c. Outlet Unit Re-Use.

Gambar 15: Foto Kualitas Inlet Dan Outlet Limbah Tanggal 8 Juni 2011.
a. Outlet Reaktor Lumpur Aktif
b. Outlet Reaktor Biofilter,
c. Outlet Unit Re-Use

Gambar 16 : Foto Kualitas Inlet Dan Outlet Limbah Tanggal 9 Juni 2011.
a. Outlet Reaktor Lumpur Aktif
b. Outlet Reaktor Biofilter,
c. Outlet Unit Re-Use

Monitoring kenerja dari IPAL ini dilakukan setiap hari secara visual, dan secara periodik hasilnya dianalisakan ke laboratorium lingkungan yang terakreditasi.Tabel 3, menunjukkan hasil analisa laboratorium kualitas air limbah hasil olahan IPAL gedung Ariobimo setelah dilakukan dilakukan renovasi dan modifikasi IPAL.

Tabel 3 : Hasil Analisa Laboratorium Air Limbah IPAL Gedung AriobimoTanggal sampling 31 Mei 2011.

No.	PARAMETER	SATUAN	STANDAR BAKU MUTU KEMENKES RI	HASIL ANALISA			METODE
				INLET	SUMP Sebelum	OUTLET	
1	pH		6 - 9	7,0	6,5	6,5	SNI 06-6989.11-2004
2	Kmno4	Mg/l	85	71	36	9,4	SNI 06-6989.22-2004
3	TSS	Mg/l	50	64	21	< 2	SNI 06-6989.3-2004
4	Amoniak	Mg/l	10	36,58	4,82	2,58	SNI 06-6989.30-2005
5	Minyak & Lemak	Mg/l	10	8,8	5,4	< 0,2	HACH
6	Detergen (MBAS)	Mg/l	2	1,90	0,20	0,01	SNI 06-6989.51-2005
7	BOD_5	Mg/l	50	51	25	6	SNI 06-6989-1991
8	COD	Mg/l	80	41	71	16	SNI 06-6989.15-2004

5. KESIMPULAN

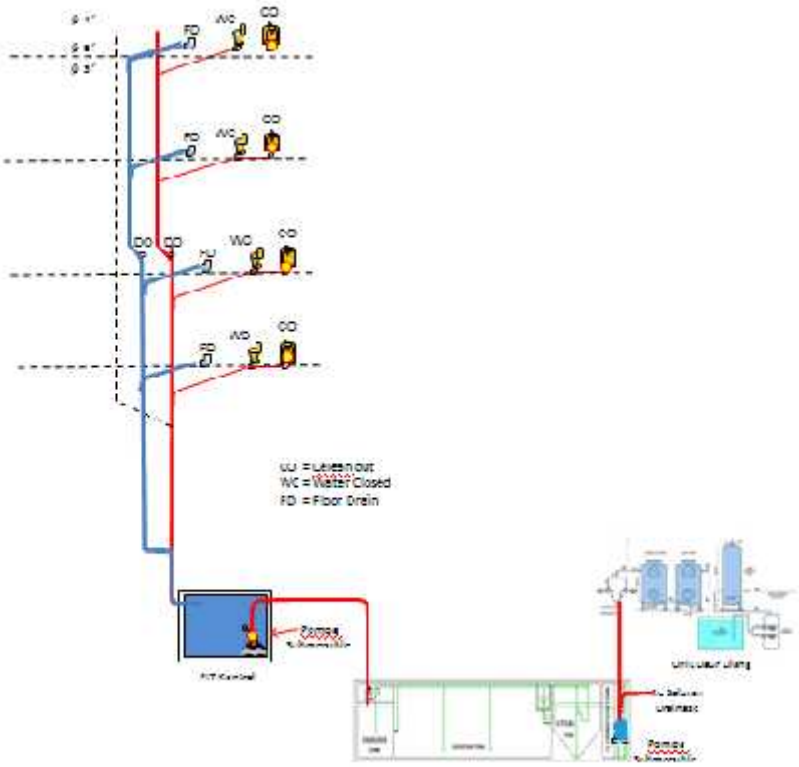
Berdasarkan hasil analisa kualitas limbah IPAL gedung Ariobimo dan monitoring operasional harian yang dilakukandi atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

- Teknologi pengolahan limbah dengan proses lumpur aktif dan biofilter dapat digunakan untuk mengolah limbah domestik gedung Ariobimo dengan baik dan memenuhi standar baku mutu.
- Sistem filtrasi dengan *sand fiter* dan filter karbon dapat meningkatan kualitas air *outlet* dari reaktor biofilter, dan produknya dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di sistem pendingin udara (*cooling tower*) dan siram taman dengan baik.
- Dengan menggunakan air *re-use* untuk memenuhi kebutuhan air bersih di sistem pendingin udara (*cooling tower*) dan siram taman, dapat menghemat pemakaian air PDAM.

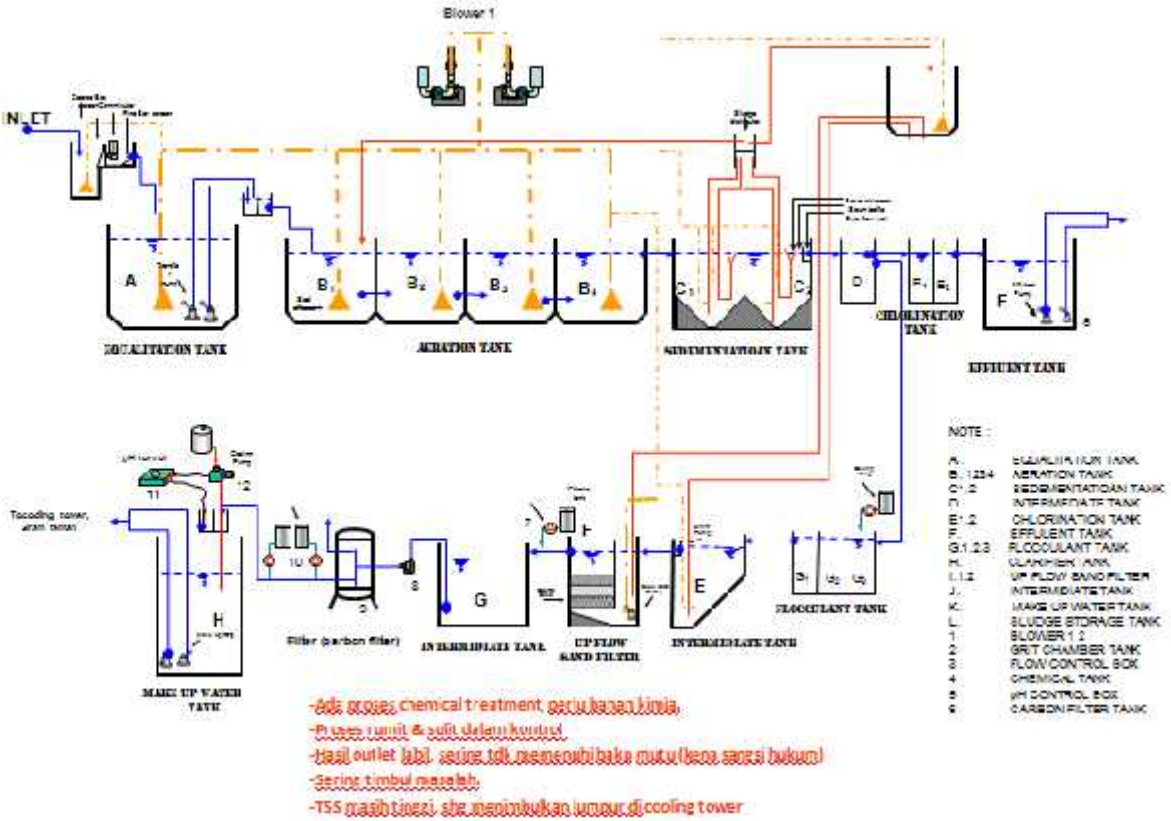
DAFTAR PUSTAKA

- Annonim 1, " *The Studi On Urban Drainage and Wastewater Disposal Project in The City of Jakarta"., JICA, 1990.*
- Annonim 2, “Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Nomor 122 Tahun 2005, Tentang Pengelolaan Limbah Domestik di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta.”
- Eckenfelder W. Weslwy,"Industrial Water Pollution Control", Second Edition, McGraw-Hill Book Company. 1989.
- PT. Envirotekno Karya Mandiri “Buku Panduan Operasional IPAL Ariobimo”, PT. PT. Envirotekno Karya Mandiri & PT. Aston Inti Makmur, Jakarta 2011.
- Said, N.I, 2008, “Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta”, Pusat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Pengembangan SumberdayaAlamBadan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

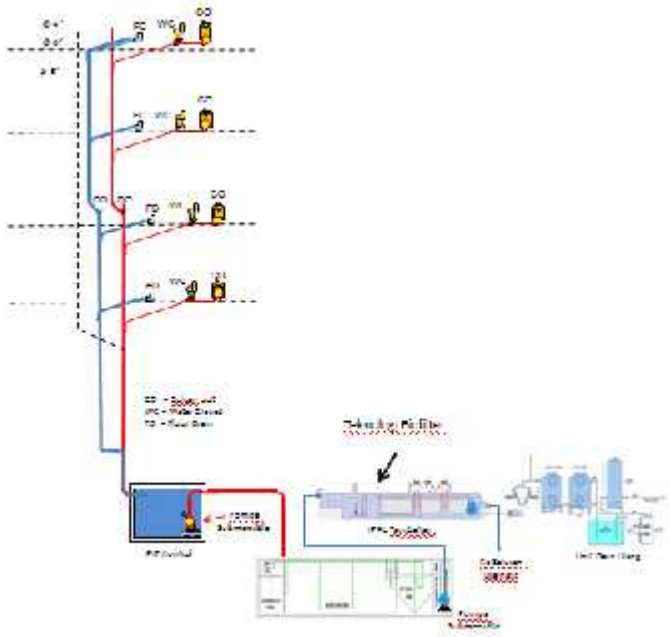
LAMPIRAN :



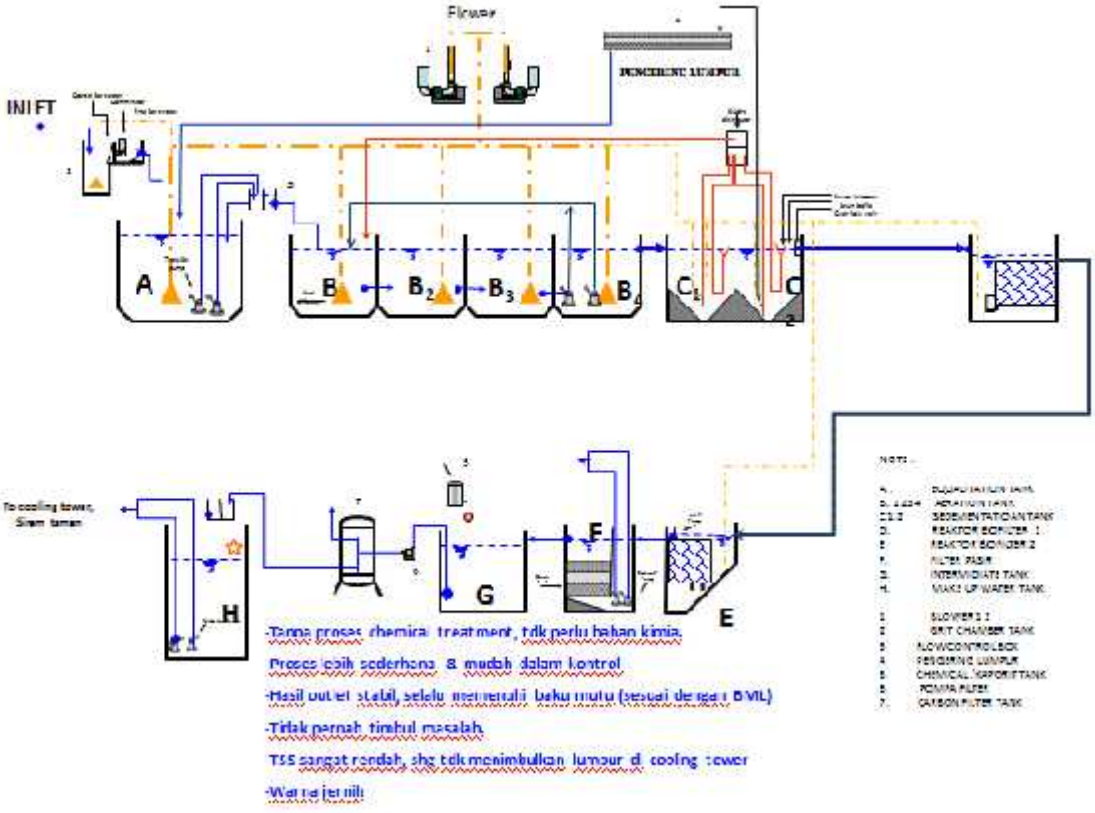
Lampiran 1: Flow Diagram Pengelolaan Limbah Gedung Ariobimo Sebelum Modifikasi.



Lampiran 2: Flow Diagram Proses IPAL Gedung Ariobimo Sebelum Modifikasi.



Lampiran 3: Flow Diagram Pengelolaan Limbah Gedung Ariobimo Setelah Modifikasi.



Lampiran 4 : Flow Diagram Proses IPAL Gedung Ariobimo Setelah Modifikasi.