

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
UNIVERSITAS BAKRIE
TAHUN 2015**

Penjernihan Air Sungai Epicentrum dengan Metoda *Reverse Osmosis*

Teknik Lingkungan

**Deffi Ayu Puspito Sari (NIDN 0308078203)
Sandra Madonna (NIDN 0318097402)
Sirin Fairus (NIDN 0424086902)**



**Dibiayai Oleh
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN UNIVERSITAS BAKRIE
TAHUN ANGGARAN 2015
NO. KONTRAK : 009/SPK/LPP-UB/III/2015**

**Universitas Bakrie
Kampus Kuningan Kawasan Epicentrum
Jl. HR Rasuna Said Kav. C-22, Jakarta, 12920**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN
TAHUN 2014**

1. Judul Penelitian : Penjernihan Air Sungai Epicentrum dengan Metoda Reverse Osmosis
2. Peneliti Utama
- a. Nama Lengkap : Deffi Ayu Puspito Sari
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Pangkat/NIDN : Lektor / **0308078203**
 - d. Bidang Keahlian : Teknik Lingkungan
 - e. Program Studi : Teknik Lingkungan
3. Tim Peneliti :

No	Nama	Bidang Keahlian	Program Studi
1	Sandra Madonna	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan
2	Sirin Fairus	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan

4. Jangka Waktu Penelitian dan Pendanaan :
- a. Jangka Waktu yang Diusulkan : 1 (satu) semester
 - b. Biaya Total yang Diusulkan : Rp 20.000.000
 - c. Biaya yang Disetujui : Rp 19.780.000

Jakarta, 17 Juni 2016

Peneliti Utama

**Deffi Ayu Puspito Sari
0308078203**

Penjernihan Air Sungai Epicentrum dengan Metoda *Reverse Osmosis*

ABSTRAK

Kegiatan penelitian yang dilaksanakan di sungai Epicentrum dapat memberikan gambaran kualitas air sungai Epicentrum setelah mengalami pengolahan dengan IPAL dan *reverse osmosis*. Sungai Epicentrum termasuk dalam golongan sungai kelas IV yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertamanan dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Pengujian laboratorium untuk beberapa parameter dilakukan untuk mengetahui kualitas air sungai Epicentrum yang telah diolah menggunakan IPAL. Jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, parameter yang masih melampaui baku mutu adalah bakteri koliform. Hal tersebut menggambarkan bahwa kemampuan IPAL eksisting di tidak cukup mampu dalam penyisihan *pollutant* biologi yang terkandung dalam air sungai Epicentrum. Oleh karena itu dibutuhkan penambahan teknologi yang dapat menyisihkan *micropollutant* seperti *reverse osmosis* (RO). Penambahan RO dapat menyisihkan amonia sebesar 4,5 %, fluorida sebesar 1,3%, fenol sebesar 58,3%, nitrat sebesar 7,9%, nitrit 16,7%, phospat sebesar 1%, seng (Zn) sebesar 50%, sulfat sebesar 14,6%, senyawa aktif metilen biru sebesar 78,12% dan total hardness sebesar 14,6%. Adapun penyisihan zat padat terlarut mencapai 3,9% dan penyisihan besi (Fe) mencapai 33,3 %. Perbedaan tekanan yang ditetapkan pada kinerja RO (0,5 bar) dengan debit aliran filtrat sebesar 0,03 L/s dapat menyisihkan BOD hingga 43,25 %. Hal tersebut menggambarkan bahwa terjadi penurunan kandungan senyawa organik pada air sungai Epicentrum setelah melalui pengolahan dengan metoda RO.

Kata kunci: IPAL; sungai Epicentrum; *reverse osmosis*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN TAHUN 2014	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I.....	1
Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Air Sungai Epicentrum.....	4
2.2. Kualitas Air	6
2.3. Reverse osmosis	7
2.4. Membran Reverse Osmosis	8
2.5. <i>Pre-treatment</i> air Sungai Epicentrum	10
BAB III.....	15
METODOLOGI penelitian.....	15
3.1. Tahap-tahap Penelitian.....	15
3.2. Alat dan Bahan	16
3.3. Tahapan Persiapan Alat RO.....	16
BAB IV	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	19
BAB V	25
KESIMPULAN DAN SARAN	25
4.1. Kesimpulan.....	25
4.2. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sungai Epicentrum.....	4
Gambar 2. Skema fenomena osmosis dan <i>reverse osmosis</i> (William, 2003).....	8
Gambar 3. Modul membran <i>spiral wound</i>	10
Gambar 4. <i>Screening</i>	10
Gambar 5. <i>Raw Water Basin</i>	11
Gambar 6. <i>Aeration Basin</i>	11
Gambar 7. Tangki Sedimentasi.....	12
Gambar 8. Tangki Air Bersih.....	13
Gambar 9. <i>Sand Filter Tank</i>	13
Gambar 10. <i>Hypochloride Tank</i>	13
Gambar 11. <i>Solar Bee</i>	14
Gambar 12. Tahapan/Kerangka Penelitian	15

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter Air Sungai Epicentrum	5
Tabel 2. Perbandingan antara NF dan RO	9
Tabel 3. Hasil Uji 1 Sungai Epicentrum Setelah Pengolahan dengan IPAL.....	19
Tabel 4. Hasil Analisa Retentat RO	22
Tabel 5. Hasil Uji 1 Sungai Epicentrum Setelah Pengolahan Dengan IPAL dan RO	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesadaran untuk menciptakan ruang terbuka hijau di kota Jakarta meningkat seiring dengan kebutuhan akan lingkungan yang lebih asri. Daerah Epicentrum yang dikelola oleh PT. Bakrie Swasakti Utama (PT. BSU) merupakan kawasan bisnis, hiburan dan hunian dimana Universitas Bakrie dan Bakrie Tower berlokasi. Menjaga keasrian kawasan Epicentrum tentunya tidak hanya menjadi kepedulian PT. BSU. Civitas akademika Universitas Bakrie dengan menjunjung Tri Dharma perguruan tinggi tentunya dapat mengembangkan penelitian dan pengabdian masyarakat untuk berkontribusi terhadap kemajuan kawasan Epicentrum.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang berjudul “Potensi Penanaman Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) di Sungai Epicentrum Jakarta” yang dilakukan pada tahun 2013. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa Ikan Koi dapat hidup di air sungai Epicentrum, namun memerlukan kondisi bertahap agar ikan Koi terbiasa dengan lingkungannya. Walaupun ikan Koi hanya memerlukan waktu yang singkat untuk beradaptasi di air sungai Epicentrum, namun akan lebih baik apabila air sungai Epicentrum itu sendiri dapat dijernihkan terlebih dahulu. Perlakuan minimal seperti yang telah dilakukan pada penelitian di tahun 2013 sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan hidup ikan koi. Tetapi untuk membuat air sungai Epicentrum menjadi lebih jernih, maka penerapan teknologi yang lebih *advance* diperlukan. Selain untuk mempercantik sungai Epicentrum dengan penampilan yang lebih jernih, penerapan teknologi yang lebih *advance* tentunya dapat meningkatkan persentase ikan Koi yang dapat bertahan.

Dengan dukungan dari stakeholder Universitas Bakrie, penelitian yang bertujuan untuk menciptakan air kolam epicentrum yang lebih jernih menjadi lebih menarik dan perlu dilanjutkan. Beberapa *stakeholder* yang berminat untuk mengembangkan penelitian ini adalah; 1) PT. Toray Industries Indonesia yang telah meminjamkan alat *reverse osmosis*, 2) Tempere University of Technology yang telah menandatangani MoU dengan Universitas Bakrie untuk pengembangan teknologi penjernihan air. Kesiadaan dan minat dari *stakeholders* tersebut merupakan *signal* bagi Universitas Bakrie untuk tetap mengembangkan penelitian di bidang sumber daya air sekaligus sebagai bentuk tanggung jawab dan kepedulian untuk menyebarkan dan menerapkan ilmu yang dikembangkan di Universitas

Bakrie demi perbaikan lingkungan di sekeliling kampus. Hal ini juga sesuai dengan visi dan misi Program Studi Teknik Lingkungan yaitu berkontribusi dalam pemecahan masalah lingkungan di perkotaan.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Permasalahan

Untuk memperbaiki kualitas air kolam Epicentrum, diperlukan data awal yang lengkap mengenai kualitas air kolam saat ini. Data tersebut perlu dikumpulkan dari titik sebelum *inlet*. Data awal ini diperlukan sebagai masukan apakah teknik penjernihan yang telah dilakukan saat ini sudah optimal untuk menjernihkan air kolam epicentrum.

Setelah mengetahui kualitas air kolam Epicentrum, perlu dilakukan sampling dan uji coba dengan menggunakan alat *reverse osmosis (RO)*. Hasil dari uji coba tersebut perlu diketahui untuk menentukan sejauh mana alat *Reverse Osmosis* yang tersedia saat ini dapat meningkatkan kualitas air kolam epicentrum.

Menurut Fairus, et al. (2016) yang menggunakan RO untuk mengolah limbah cair, metoda pengolahan dengan menggunakan sistem RO menjadi alternatif solusi yang memungkinkan untuk dilakukan. Proses filtrasi membran seperti RO ini menawarkan banyak keuntungan untuk mengolah limbah cair. Sebagai contoh, metoda ini menggunakan seperangkat alat yang kompak, mudah dipindahkan, tidak memerlukan ruang luas dan dapat dioperasikan pada suhu ruang, proses ini tidak perlu bahan aditif kimia, membran dapat digunakan berulang kali dan mudah dioperasikan karena membran adalah perangkat otomatis.

Menggunakan RO untuk penjernihan air kolam epicentrum dari segi biaya dianggap mahal karena diperlukan RO dengan kapasitas yang besar. Alat RO yang dipinjamkan oleh PT. Toray Industries Indonesia merupakan alat RO untuk keperluan/kapasitas laboratorium. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi *pilot plan* untuk menemukan kapasitas alat yang lebih sesuai untuk air kolam epicentrum. Hasil dari penelitian ini akan didiskusikan dengan *stakeholder* terkait untuk pemilihan alat yang lebih optimum misalnya RO dengan kapasitas yang lebih besar atau kombinasi RO dengan membran *ultra filtration (UF)*. Tetapi dengan keterbatasan alat yang dimiliki saat ini, maka penggunaan RO milik PT. Toray Industries Indonesia merupakan hal yang paling mungkin dilakukan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain adalah mengetahui indikator kualitas air kolam epicentrum berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 yaitu air raksa, ammonia, arsen, besi, BOD, Ca Hardness, Cadmium, Chlor, COD, Fenol, Fluorida, Kekerusuhan, Mangan, Minyak dan Lemak, Nitrat, Nitrit, pH, Phospat, Seng, Sulfat, Sulfida, Tembaga, Timah Hitam, Total Hardness, Zat padat terlarut dan bakteri koli. Untuk beberapa indikator disebut diatas perlu diketahui nilainya setelah di *running* dengan RO.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan bahan baku air sungai kolam epicentrum. Penelitian ini dilakukan di Universitas Bakrie dengan menggunakan seperangkat alat RO, yaitu fasilitas yang disediakan dari hasil kerja sama antara Universitas Bakrie dan PT Toray Industries Indonesia. Pengujian beberapa indikator kualitas air dilakukan di laboratorium Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jakarta mengingat keterbatasan uji coba yang dapat dilakukan di laboratorium Universitas Bakrie.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

- a. Perwujudan Tri Dharma perguruan tinggi civitas akademika Universitas Bakrie berupa diseminasi ilmu dan teknik penjernihan air untuk memecahkan masalah lingkungan.
- b. Sebagai tindak lanjut/realisasi MoU Universitas Bakrie dengan Tempere University of Technology (TUT).
- c. Meningkatkan nilai estetik kolam epicentrum dengan penampakan air yang lebih jernih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Sungai Epicentrum

Sungai Epicentrum adalah sungai yang terbentang sepanjang kawasan superblok Rasuna Epicentrum. Sungai ini sebenarnya adalah Sungai Ciseeng yang merupakan anak Sungai Ciliwung. Sungai Ciseeng yang melewati kawasan Epicentrum kemudian alirannya dibagi menjadi tiga jalur. Pembagian tiga jalur tersebut bertujuan untuk mendapatkan aliran yang dapat dijernihkan (*treated*). Jalur kanan dan kiri adalah aliran sungai yang tidak diberi perlakuan sedangkan aliran tengah adalah aliran yang dijernihkan. Aliran sungai yang dijernihkan (di tengah) inilah yang disebut sebagai Sungai Epicentrum. Air sungai dari aliran sungai yang tidak dijernihkan dikenal sebagai air kali kotor sedangkan yang berasal dari Sungai Epicentrum dikenal sebagai air kali bersih. Saat ini pengelolaan dan penjernihan Sungai Epicentrum ini dilakukan oleh PT. Bakrie Swasakti Utama (PT. BSU). Setiap hari dilakukan pengecekan terhadap kadar keasaman, suhu dan kejernihan air Sungai Epicentrum. Saat ini di sungai Epicentrum, telah dibiakkan ikan mas yang dapat hidup dengan baik. **Gambar 1** menunjukkan aliran Sungai Epicentrum di Kawasan Superblok Rasuna.



Gambar 1. Sungai Epicentrum

Berdasarkan pengukuran, air sungai Epicentrum memiliki parameter sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Air Sungai Epicentrum

No	Parameter	Nilai	PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas IV)
1	pH	7,5 – 11	5 – 9
2	Suhu	27,9° – 30° C	Bergantung keadaan alamiah
3	Oksigen terlarut	7,25 – 7,5 mg/l	0
4	NO ₂	0 - 3 mg/l	Tidak disyaratkan
5	NO ₃	0 – 50 mg/l	Tidak disyaratkan
6	GH	>14	Tidak disyaratkan
7	KH	11,5 mg/l	Tidak disyaratkan
8	Cl ₂	0 - 0,8 mg/l	Tidak disyaratkan

Sumber: Sari, et al. 2013.

Tabel 1 di atas menunjukkan nilai-nilai parameter air sungai Epicentrum yang dibandingkan dengan nilai parameter air kelas IV (empat) berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001. Menurut peraturan tersebut, kelas IV adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Atau digunakan juga sebagai parameter untuk badan air sungai. Dari Tabel 2 terlihat bahwa untuk parameter nilai suhu, NO₂, NO₃, GH, KH dan Cl₂ dari air sungai Epicentrum memenuhi persyaratan dalam PP No. 82 Tahun 2001. Meskipun sesuai dengan klasifikasi air yang dapat dibuang ke sungai, saat ini penampakan air kolam epicentrum hasil dari pengolahan yang ada masih kurang jernih.

pH air sungai Epicentrum (7,5 – 11) memiliki rentang hingga bernilai basa. Nilai pH tersebut dipengaruhi oleh keadaan alamiah dan aktivitas di badan air tersebut. Rentang pH normal untuk biota hidup di suatu badan air adalah 5,5 – 10. pH yang terlalu rendah bisa menyebabkan kematian biota air. Sesuai dengan pengukuran pH di Sungai Epicentrum ini, maka rentang pH sungai Epicentrum memenuhi syarat untuk menjadi habitat biota hidup.

Oksigen terlarut atau *Dissolve Oxygen* (DO) air sungai Epicentrum bernilai 7.25 – 7,5 mg/l. Data ini diambil dari air yang baru keluar dari instalasi pengolahan air. Oksigen terlarut adalah salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas air. Oksigen terlarut adalah regulator dari aktivitas metabolisme organisme dan berperan sebagai indikator status trofik air (Saksena and Kaushik, 1994). Oksigen dalam air umumnya berkurang karena respirasi

biota, dekomposisi materi organik, kenaikan temperatur, kandungan zat anorganik seperti hidrogen sulfida, ammonia, nitrit, besi, dan lain-lain (Sahu et al., 2000). Menurut teori, oksigen terlarut di sungai Epicentrum mencukupi standar oksigen untuk kehidupan ikan. Dalam penelitian lanjutan ini diperlukan data DO dari beberapa titik lain di kolam dan sungai epicentrum.

2.2. Kualitas Air

Kualitas air merupakan suatu ukuran kondisi air dilihat dari karakteristik fisik, kimiawi, dan biologisnya. Kualitas air menjadi ukuran standar terhadap kondisi kesehatan manusia dan terhadap kehidupan ekosistem air.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Seperti telah disebutkan sebelumnya, berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tahun 2013, kualitas air kolam epicentrum tergolong air kelas empat.

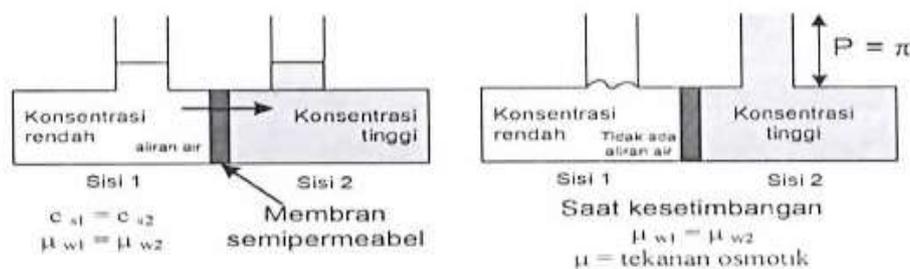
2.3. Reverse osmosis

Reverse osmosis adalah kebalikan dari fenomena osmosis. Osmosis merupakan fenomena pencapaian kesetimbangan antara dua larutan yang memiliki perbedaan konsentrasi zat terlarut, dimana kedua larutan ini berada pada satu bejana dan dipisahkan oleh lapisan *semipermeable* (Fairus, 2015).

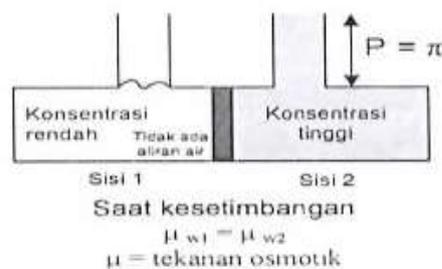
Penjernihan air bisa dilakukan dengan menggunakan teknologi *Reverse Osmosis*. *Reverse osmosis* dapat memisahkan komponen-komponen yang tidak diinginkan seperti komponen organik, non organik, bakteri, virus, partikulat serta ion atau garam terlarut. Sistem RO juga dikenal sebagai media filter yang memiliki pori paling kecil dibandingkan filter lain 0.001 mikron (Home Water Purifiers and Filters, 2013).

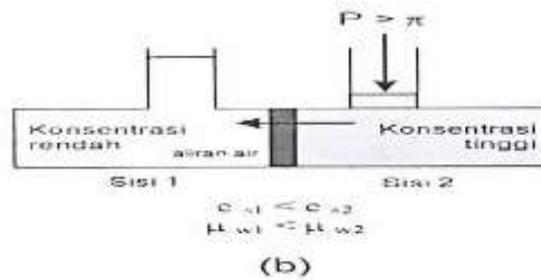
Secara spontan kesetimbangan larutan akan terjadi akibat perpindahan pelarut dari larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi. Saat kesetimbangan konsentrasi dicapai maka terdapat perbedaan tinggi larutan yang dapat didefinisikan sebagai tekanan osmosis seperti yang terlihat pada **Gambar 2.a**.

Prinsip dasar reverse osmosis adalah memberi tekanan hidrostatik yang melebihi tekanan osmosis larutan sehingga pelarut dalam hal ini air dapat berpindah dari larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah seperti yang terlihat pada **Gambar 2.b**. Prinsip reverse osmosis ini dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan dan dengan demikian akan didapatkan air dengan tingkat kemurnian yang tinggi (William, 2003).



(a)





Gambar 2. Skema fenomena osmosis dan *reverse osmosis* (William, 2003).

Peristiwa perpindahan dalam reverse osmosis dapat didekati dengan teori solution-diffusion, model membrane berpori (preferential sorption capillary model) atau fenomena termodinamik irreversibel (Widiasa dan Wenten, 2008). Diantara tiga teori ini, yang banyak digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses reverse osmosis dapat memisahkan antara garam dan air adalah teori solution-diffusion yang mengasumsikan bahwa baik zat terlarut (garam) maupun pelarut (air) terlarut secara homogen pada permukaan membran dan masing-masing akan berdifusi melewati membran. Kecepatan difusi garam dan air melalui membran RO bergantung pada gradien potensial kimia yaitu perbedaan konsentrasi dan tekanan antara dua sisi membran. Dengan demikian, perbedaan kelarutan dan diffusivitas garam dan air di fasa membrane sangat menentukan laju perpindahan (fluks permeat) dan derajat pemisahan selektivitas).

2.4. Membran *reverse osmosis*

Membran *reverse osmosis* (RO), atau juga disebut *hyperfiltration*, menggunakan membran tanpa pori (dense), dimana mekanisme transport terjadi melalui fenomena difusi. Sistem reverse osmosis dapat dikategorikan dalam Low Pressure RO dan High Pressure RO (Fairus, et.al., 2015).

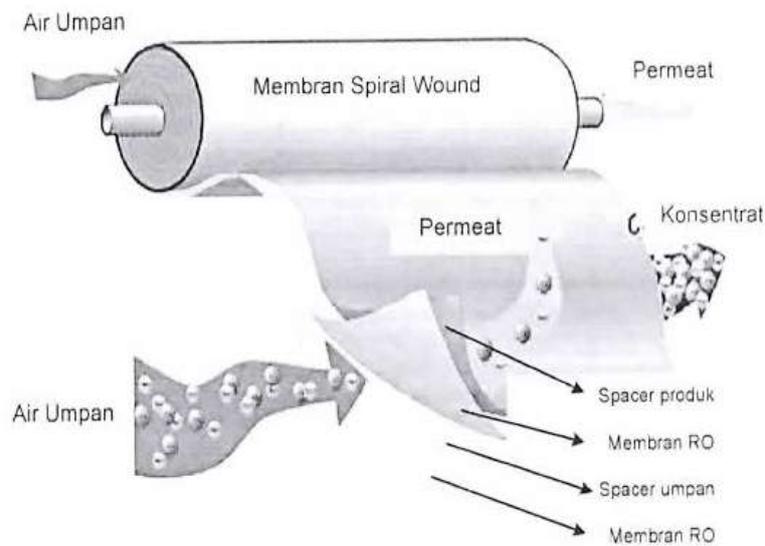
Membran semipermeabel pada aplikasi *reverse osmosis* terdiri dari lapisan tipis polimer pada penyangga berpori (*fabric support*). Membran untuk kebutuhan komersial harus memiliki sifat permeabilitas yang tinggi terhadap air. Selain itu, membran juga harus memiliki derajat semi permeabilitas yang tinggi dalam arti laju transportasi air melewati membran harus jauh lebih tinggi dibandingkan laju transportasi ion-ion yang terlarut dalam umpan. **Tabel 2** membandingkan antara penghilangan senyawa oleh Nano Filtration (NF) dan RO. Membran

juga harus memiliki ketahanan (stabil) terhadap variasi pH dan suhu. Kestabilan dari sifat-sifat tersebut dalam periode waktu dan kondisi tertentu dapat didefinisikan sebagai umur membran yang biasanya berkisar antara 3-5 tahun (Fairus, et.al., 2015).

Tabel 2. Perbandingan antara NF dan RO

Constituent	Rejection Rate for NF	Rejection Rate for RO
Total dissolved solids	40% to 60%	90% to 98%
Total organic carbon	90% to 98%	90% to 98%
Color	90% to 96%	90% to 96%
Hardness	80% to 85%	90% to 98%
Sodium chloride	10% to 50%	90% to 99%
Sodium sulfate	80% to 95%	90% to 99%
Calcium chloride	10% to 50%	90% to 99%
Magnesium sulfate	80% to 95%	95% to 99%
Nitrate	10% to 30%	84% to 96%
Fluoride	10% to 50%	90% to 98%
Arsenic (+5)	< 46%	85% to 95%
Bacteria	3 to 6 log	4% to 7%
Protozoa	76 log	>7%
Viruses	3 to 5 log	4 to 7%

Fairus juga mengutip bahwa pada aplikasi *reverse osmosis*, konfigurasi modul membran yang digunakan yaitu *spiral wound*. Konfigurasi yang lain yaitu *hollow fiber*, tubular dan *plate and frame* tidak terlalu banyak digunakan pada aplikasi *reverse osmosis*, hanya diaplikasikan pada industri makanan serta sistem khusus. Pada konfigurasi *spiral wound* (**Gambar 3**) dua buah lembaran membran dipisahkan oleh saluran kolektor permeat dan membentuk daun (*leaf*). Perakitannya adalah dengan dilem pada tiga sisi dan sisi yang keempat (dekat pipa berlubang) dibiarkan terbuka sebagai saluran permeat keluar. Kemudian material yang digunakan sebagai *feed/brine spacer* disatukan dengan *leaf*. Beberapa lembaran *leaf* kemudian digulung mengelilingi tabung permeat plastik. Tabung ini merupakan tabung berlubang yang berfungsi untuk mengumpulkan permeat dari *leaf*. Elemen membran *spiral wound* yang digunakan dalam industri memiliki panjang $\pm 100-150$ cm (40-60 in) dan diameter $\pm 10-20$ cm (4-8 in). Sementara itu, RO untuk rumah tangga memiliki panjang 25-100 cm dengan diameter 5-10 cm. Air umpan/ brine mengalir pada elemen secara aksial masuk melalui *feed spacer* lalu keluar melalui keluaran *brine* secara parallel menuju permukaan membran.



Gambar 3. Modul membran *spiral wound*
(anonym 2009 dalam Fairus, et. Al., 2015)

2.5. *Pre-treatment* air Sungai Epicentrum

2.5.1 *Screening*

Screening adalah proses awal bertujuan untuk memisahkan padatan besar seperti sampah plastik, ranting kayu dan padatan besar lainnya (Hanum, 2002). Proses penyaringan menghilangkan secara manual objek-objek yang lebih besar dan juga derajat kemiringan dari penyaring yang dipasang bervariasi bertujuan mengefisiensi proses penyaringan (Zainal, 2010). Aliran sungai air kotor disaring sebelum masuk ke dalam Sungai Epicentrum.



Gambar 4. *Screening*

Lebar bukaan screen disesuaikan dengan kebutuhan. Hal tersebut bergantung pada material apa yang ingin disaring. Semakin besar material yang ingin disaring maka semakin besar bukaan yang ada pada unit penyaringan. Terdapat sebuah katup pada pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air hasil saringan ke dalam tangki penampun. Jika instalasi

pengolahan air tidak beroperasi maka katup akan ditutup, dan sebaliknya jika instalasi pengolahan air sedang beroperasi maka katup akan dibuka.

2.5.2 Raw Water Basin

Salah satu unit penampungan air limbah yang ada di Sungai Epicentrum adalah *Raw Water Basin* (RWB). Desain RWB sangat bergantung pada keperluan atau debit yang ada. berfungsi menampung air sungai hasil penyaringan yang selanjutnya dialirkan ke proses pengolahan selanjutnya yaitu kolam aerasi.



Gambar 5. Raw Water Basin

Pada RWB, laju alir air sungai yang telah tersaring diatur agar tidak terjadi *shock loading* pada unit pengolahan selanjutnya. Peran RWB sama seperti tangki penampung.

2.5.3 Aeration Basin

Kolam aerasi adalah suatu unit proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme tersuspensi tanpa menggunakan resirkulasi lumpur selain itu pada kolam aerasi, proses penambahan oksigen dilakukan dengan bantuan aerator (Metcalf & Eddy, 1991).



Gambar 6. Aeration Basin

Teori lain mengatakan kolam yang berfungsi menguraikan bahan organik yang terdapat lumpur tinja dengan menggunakan bakteri pengurai aerob yang dibiakkan dan dengan tekanan udara yang dihasilkan oleh komposer guna memasukkan oksigen baik secara mekanis maupun alami (Kementrian PU, 2011).

Pada kolam aerasi harus sebisa mungkin diatur keseimbangan oksigen, suhu dan *feed* agar kondisi mikroorganismenya yang ada di dalam kolam aerasi bekerja secara optimal dalam mereduksi parameter-parameter yang ingin direduksi atau dinormalkan.

Kolam aerasi ada yang beroperasi secara aerobik penuh, tetapi ada juga yang secara fakultatif yaitu lumpur yang merupakan pertumbuhan massa mikroba

2.5.4 Kolam Sedimentasi

Kolam sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan lumpur yang terbentuk hasil dari kolam aerasi. Pada kolam sedimentasi ini, air sungai yang bersih akan diteruskan ke pengolahan selanjutnya melalui cara *over flow*. Namun biasanya, pada kolam sedimentasi ini sering terbentuk busa yang harus dihilangkan dengan cara *scrapping* menggunakan saringan yang dilakukan dari atas kolam.



Gambar 7. Tangki Sedimentasi

2.5.5 Tangki Air Bersih

Gambar 8 merupakan tangki air bersih yang ada di IPAL Sungai Epicentrum. Tangki air bersih di sini sifatnya sementara, hanya menampung air hasil sedimentasi. Setelah air masuk ke dalam tangki ini, aliran diteruskan pada pengolahan *tertiary* berupa klorinasi. Desain tangki air bersih berbentuk persegi panjang.



Gambar 8. Tangki Air Bersih

2.5.6 Sand Filter Tank and Hypochloride Tank

Pada *Sand Filter Tank* terdapat kerikil, ijuk, pasir yang berfungsi untuk penyaringan lanjutan dari air yang sudah cukup bersih. Pada *Sand Filter Tank* padatan atau kotoran yang terlarut yang dapat menyebabkan tingkat kekeruhan meningkat disaring atau dihilangkan pada tahap ini.

Setelah melalui tangki penyaringan pasir cepat, air sungai olahan masuk ke dalam tangki desinfeksi. Pada tangki desinfeksi (*Hypochloride Tank*) terdapat hipoklorida yang berfungsi untuk membunuh bakteri patogen yang masih tersisa.



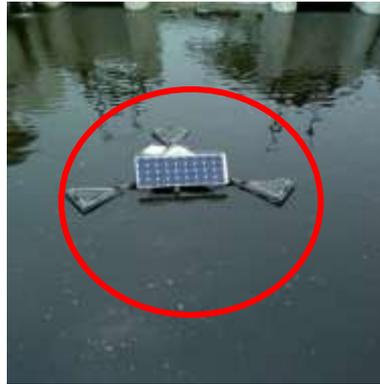
Gambar 9. Sand Filter Tank



Gambar 10. Hypochloride Tank

2.5.7 Sungai Epicentrum dengan *Solar Bee*

Air hasil pengolahan *hypochloride tank* langsung ditampung dan dialirkan ke dalam Sungai Epicentrum. Di dalam Sungai Epicentrum terdapat *Solar Bee* yang berfungsi untuk menghancurkan lumut dan juga meningkatkan oksigen dengan cara pengadukan. *Solar Bee* bergerak dengan bantuan sinar matahari. *Solar Bee* memiliki baling-baling yang berfungsi mencacah lumut.

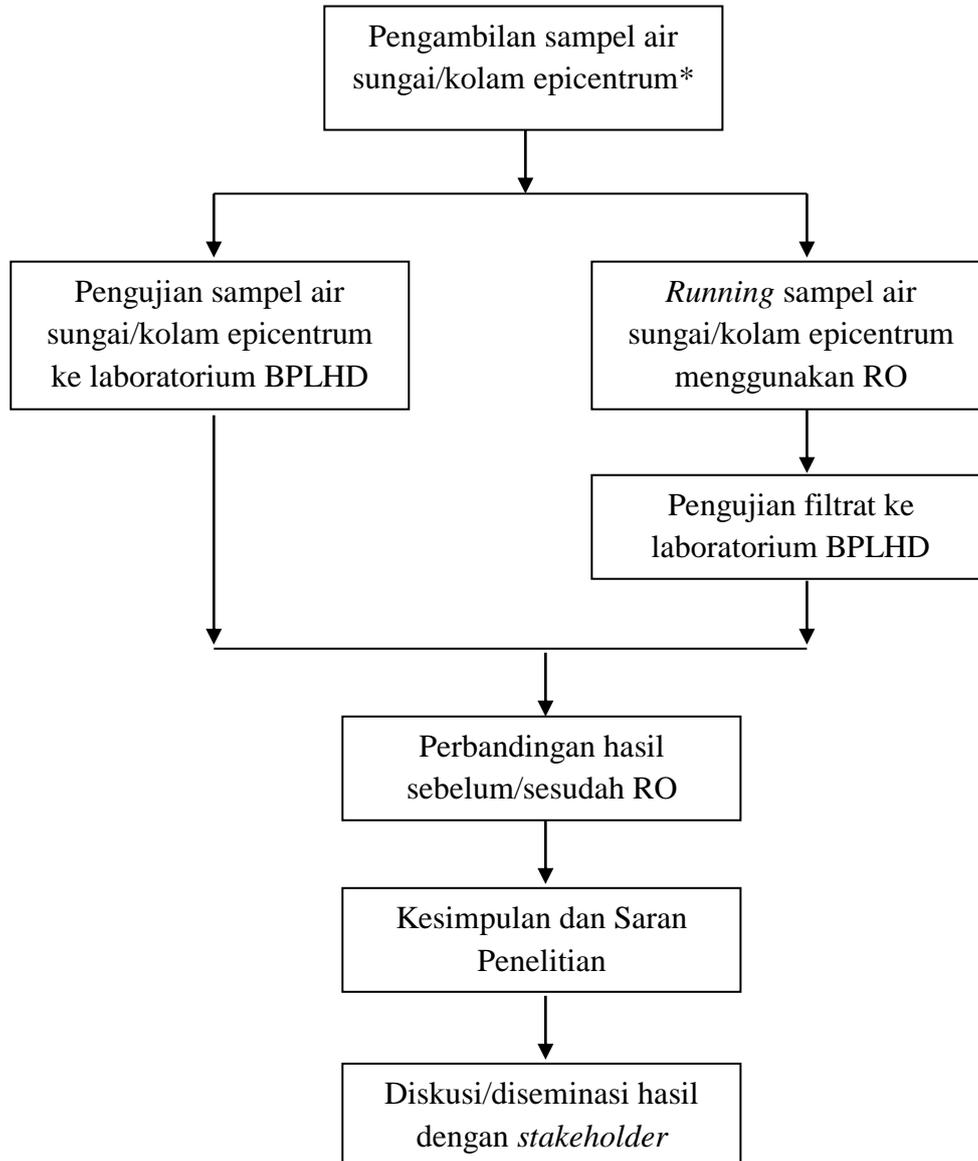


Gambar 11. *Solar Bee*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahap-tahap Penelitian

Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 12** dibawah ini.



Gambar 12. Tahapan/Kerangka Penelitian

*Yang dimaksud dengan sungai Epicentrum adalah aliran sungai Ciseeng yang melewati kawasan Epicentrum sedangkan kolam Epicentrum adalah bagian dari sungai Epicentrum dimana air yang ada di dalamnya adalah *effluent* dari *water treatment* yang ada saat ini (di kelola oleh PT. BSU).

3.2. Alat dan Bahan

Alat:

1. Satu buah perangkat sistem membran *reverse osmosis* (RO)
2. Peralatan gelas
3. pH meter
4. DO meter
5. Turbidity meter
6. Termometer
7. Jerry can
8. Tangki (Drum plastik)
9. Gayung
10. Corong
11. Ember
12. Selang

Bahan:

1. Air kolam epicentrum yang diambil dari *outlet* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang ada saat ini.
2. Air kolam epicentrum yang telah di *filter* dengan RO unit.

3.3. Tahapan Persiapan Alat RO

Mengikuti metoda Fairus, et.al. 2015, tahap persiapan ini berupa kegiatan pencucian alat RO dengan cara mengalirkan air keran, larutan asam dan larutan basa sebagai media pencuci selama waktu beberapa saat dengan beberapa variasi tekanan operasi. Hal ini ditujukan untuk membersihkan dan melarutkan komponen terlarut dalam air yang menempel pada filter. Apabila fluks stabil terhadap waktu yang telah ditentukan, diasumsikan alat sudah siap digunakan dalam penelitian. Nilai fluks sebenarnya adalah laju alir volumetrik per area membran yang dilewati, dalam penelitian ini nilai fluks didekati dengan nilai laju alir dengan asumsi besar area membran adalah tetap. Alat RO ini menggunakan jenis *Ropur Membrane TR 70-2521-HF*. Jenis membran ini tahan terhadap umpan dengan kisaran pH 3-11 untuk

operasi kontinu dan kisaran pH 2 – 11 untuk proses pencucian kimiawi. *Salt rejection avg*: 99.0% untuk *low pressure* dan *product flow rate* 1600 L/d (420 gpd).

Untuk membran RO, pada tahap persiapan dilakukan pencucian membran menggunakan akuades, NaOH, dan HCl untuk membersihkan sisa-sisa residu yang ada dipermukaan membran. Apabila membran RO dalam keadaan masih baru atau belum pernah digunakan maka pencucian cukup menggunakan akuades, namun jika membran RO sudah pernah digunakan maka pencucian dilakukan menggunakan zat kimia NaOH dan HCl agar partikel yang menumpuk pada membran terlarut oleh zat kimia sehingga *fouling* dapat dihindari.

Foto di bawah ini menggambarkan 4 sisi dari perangkat alat RO yang digunakan disajikan pada **Gambar 13** di bawah ini. Alat tersebut terdiri dari pompa, *prefilter* 1 dan 2 serta 2 buah modul membran RO.



(a)



(b)



(c)

Gambar 13. a. Foto 2 buah *catridge membrane* RO pada perangkat alat, b. Foto 2 buah filter pada perangkat alat, c. Foto pompa dan *pressure gauge* pada perangkat alat

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data Awal

Tabel 3 menunjukkan hasil uji terhadap kualitas air Sungai Epicentrum hasil olahan dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pengujian tersebut diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 3 Hasil Uji 1 Sungai Epicentrum Setelah Pengolahan dengan IPAL

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Kelas	Metoda
1	Air Raksa (Hg)	mg/L	< 0,0003	< 0,0003	I	No 32/IKM
2	Ammonia	mg/L	3,32	3,18	>I	SNI 06-6989.30-2005
3	Arsen (As)	mg/L	< 0,017	< 0,017	I	Std. Met. 3120B/22nd/2012
4	Besi (Fe)	mg/L	0,03	0,03	I	Std. Met. 3120B/22nd/2012
5	BOD (20°C , 5 hari)	mg/L	4,37	4,67	III	SNI 6989.72:2009
6	Ca Hardness	mg/L	46,91	46,91	*	SNI 06-6989.12:2004
7	Cadmium	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3120B/22nd/2012
8	Chlorida	mg/L	67,03	90,97	>I	SNI 6989.19:2009
9	Chlorine	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 4500 Cl.G./21st/2005
10	Chromium Hexavalent	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3500- Cr.B/21st/2005
11	COD (Dichromat)	mg/L	< 40	< 40	II	SNI 6989.73:2009
12	Fenol	mg/L	0,012	0,018	I	No 33/IKM
13	Fluorida	mg/L	0,39	0,42	I	SNI 06-6989.29:2005
14	Kekeruhan	NTU	5	2	*	SNI 06-6989.25:2005
15	Mangan (Mn)	mg/L	0,03	0,03	I	Std. Met. 3120B/22nd/2012
16	Minyak dan Lemak	mg/L	0,02	0,03	I	Spektrophotometer
17	Nitrat	mg/L	2,4	2,58	I	Std. Met. 419.D/14th/1979
18	Nitrit	mg/L	0,078	0,084	>III	SNI 06-6989.9-2004
19	pH		7,5	7,6	I	SNI 06-6989.11-2004
20	Phospat	mg/L	2,45	2,44	IV	SNI 06-6989.31:2005
21	Seng (Zn)	mg/L	0,02	0,02	I	Std. Met. 3120B/22nd/2012
22	Senyawa Aktif Metilen Biru	mg/L	0,18	0,32	>III	SNI 06-6989.51:2005
23	Sulfat	mg/L	53,6	55,44	I	SNI 06-6989.20-2004
24	Sulfida	mg/L	TT	TT	TT	SNI 6989.70:2009
25	Tembaga	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3120B/22nd/2012
26	Timah Hitam (Pb)	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3120B/22nd/2012
27	Total Hardness	mg/L	201,05	196,86	*	SNI 06-6989.12-2004

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Kelas	Metoda
28	Zat Padat Terlarut	mg/L	337	338	I	Konduktimeter
29	Bakteri Koli	Jml/100 mL	16000	9000	>IV	SNI 06-4158-1996

Sumber: Data primer

Catatan : TT = Tidak terdeteksi

Sungai Epicentrum termasuk dalam golongan sungai kelas IV yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertamanan dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Untuk mencapai peruntukan tersebut, dibutuhkan suatu kriteria mutu air sebagai tolak ukur dimana, mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter - parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Penyesuaian standar baku mutu ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Pada **Tabel 3** di atas menggambarkan kualitas air Sungai Epicentrum. Parameter yang masih memenuhi standar air kelas I adalah air raksa, arsen, besi (Fe), fenol, fluorida, mangan, minyak dan lemak, nitrat, pH, seng, sulfat dan zat padat terlarut. Artinya, konsentrasi senyawa ini yang terkandung dalam air sungai Epicentrum setelah mengalami pengolahan IPAL, sudah memenuhi standar baku mutu air kelas I atau dengan peruntukan sebagai air minum. Namun, senyawa yang terkandung dalam air sungai Epicentrum tidak hanya senyawa – senyawa tersebut. Senyawa amonia dan klorida memiliki konsentrasi yang masih memenuhi standar baku mutu air kelas II.

Parameter lain yang memenuhi standar baku mutu kelas II adalah COD (Dichromat). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 menyatakan bahwa kandungan COD yang diperbolehkan pada air kelas empat (IV) adalah sebesar 100 mg/ L. Pada pengukuran konsentrasi COD air sungai Epicentrum sebesar <40 mg/L. Artinya, kebutuhan oksigen yang digunakan mikroorganisme untuk mengurai reaksi kimia di sungai Epicentrum masih memenuhi standar baku mutu air dengan peruntukan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air sungai Epicentrum.

Parameter BOD (20°C , 5 hari) memenuhi standar baku mutu air kelas III. Hal tersebut mengidentifikasi bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikrobiologi untuk menguraikan senyawa organik yang terkandung dalam air sungai Epicentrum masih memenuhi standar baku mutu air dengan peruntukkan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengairi pertanian. Berkurangnya oksigen dan bertambahnya *pollutant* zat-zat organik membuat proses oksidasi dalam air tidak maksimal. Jika konsentrasi *pollutant* organik jauh lebih besar daripada ketersediaan oksigen, maka air sungai tersebut tidak memungkinkan untuk digunakan sebagai pengaliran pertanian kota. Namun jika ditinjau dari parameter fisik dan kimia, hasil perhitungan laboratorium menyatakan bahwa air sungai Epicentrum masih dapat digunakan sebagai pengaliran pertanian kota.

Parameter nitrit dan senyawa aktif metilen biru memiliki konsentrasi yang masih memenuhi standar baku mutu air kelas IV. Beberapa parameter masih melampaui baku mutu yang ada pada lampiran PP No. 82 Tahun 2001. Parameter yang masih melampaui baku mutu adalah bakteri koli. Hal tersebut menggambarkan bahwa kemampuan IPAL eksisting di tidak cukup mampu dalam penyisihan polutan biologi yang terkandung dalam air sungai Epicentrum.

Keberadaan bakteri koli yang jumlahnya melampaui standar baku mutu air kelas IV dapat membawa dampak kesehatan bagi makhluk hidup. Untuk itu dibutuhkan suatu tambahan pengolahan yang lebih *advance* dalam mengelolah air sungai Epicentrum lebih lanjut. Teknologi tambahan tersebut diharapkan mampu menyisihkan mikropolutan sehingga bakteri koli sungai Epicentrum dapat disisihkan secara signifikan. Adapun parameter yang tidak diatur dalam PP No. 82 Tahun 2001 adalah Ca hardness, total hardness dan kekeruhan.

4.2. Analisa Data Setelah Reverse Osmosis (RO)

4.2.1 Tekanan dan Debit Serta Suhu Reverse Osmosis

Sampel air sungai Epicentrum yang telah melalui pengolahan *pre – treatment* menggunakan IPAL, selanjutnya diolah melalui filtrasi secara membran dengan teknologi *reverse osmosis*. Pada penelitian ini ditetapkan tekanan kinerja RO berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fairus (2015) yaitu:

- Tekanan inlet sebesar 9 bar
- Tekanan outlet sebesar 8,5 bar

Pada penelitian ini, dilakukan dua kali *running* (pengujian) pada RO sampel air sungai Epicentrum dengan masing – masing debit untuk filtrat sebesar 0.03 L/s dan retentat sebesar 0.14 L/s. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efek kinerja RO. Menurut

Parekh (1988) retentat akan menurun saat suhu meningkat. Namun untuk beberapa jenis membran, konsentrasi retentat tidak akan dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang digunakan pada operasi RO adalah suhu ruang yaitu sebesar 23 °C. Hasil uji 1 dan 2 didapat bahwa suhu tidak terlalu berbeda (Tabel. 4) sehingga debit retentat pun tetap sama.

Tabel 4. Hasil Analisa Retentat RO

Parameter	Suhu	pH	TDS	Conductivity	DO
Hasil Uji 1	23 °C	7,5	373 mg/L	755 µg/cm	5,7 mg/L
Hasil uji 2	23,2 °C	6,56	409 mg/L	753 µg/cm	6,9 mg/L

Sumber: Data primer

4.2.2 Hasil Uji Laboratorium Setelah *reverse osmosis*

Tabel 5 menunjukkan hasil uji terhadap kualitas air Sungai Epicentrum hasil olahan dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan RO, pada pengujian tersebut diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Uji 1 Sungai Epicentrum Setelah Pengolahan Dengan IPAL dan RO

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Kelas	Metoda
1	Air Raksa (Hg)	mg/L	< 0,0003	< 0,0003	<II	No 32/IKM
2	Ammonia	mg/L	0,15	0,2	I	SNI 06-6989.30:2005
3	Arsen (As)	mg/L	< 0,017	< 0,017	I	Std. Met. 3120B/22nd/2012
4	Besi (Fe)	mg/L	0,01	0,01	I	Std. Met. 3120B/22nd/2012
5	BOD (20°C , 5 hari)	mg/L	1,89	1,38	I	SNI 6989.72:2009
6	Ca Hardness	mg/L	5,03	5,03	*	SNI 06-6989.12:2004
7	Cadmium	mg/L	TT	TT	*	Std. Met. 3120B/22nd/2012
8	Chlorida	mg/L	6,7	51,71	I	SNI 6989.19:2009
9	Chlorine	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 4500 Cl.G./21st/2005
10	Chromium Hexavalent	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3500- Cr.B/21st/2005
11	COD (Dichromat)	mg/L	< 40	< 40	<III	SNI 6989.73:2009
12	Fenol	mg/L	< 0,007	< 0,007	>IV	No 33/IKM
13	Fluorida	mg/L	< 0,05	< 0,05	I	SNI 06-6989.29:2005
14	Kekeruhan		1	1	*	SNI 06-6989.25:2005
15	Mangan (Mn)	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3120B/22nd/2012
16	Minyak dan Lemak	mg/L	0,03	0,03	I	Spektrophotometer
17	Nitrat	mg/L	0,19	0,01	I	Std. Met. 419.D/14th/1979
18	Nitrit	mg/L	0,013	0,014	I	SNI 06-6989.9-2004
19	Ph		7,7	7,2	I	SNI 06-6989.11-2004
20	Phospat	mg/L	< 0,024	0,06	I	SNI 06-6989.31:2005
21	Seng (Zn)	mg/L	0,01	0,01	I	Std. Met. 3120B/22nd/2012
22	Senyawa Aktif	mg/L	0,27	0,25	*	SNI 06-6989.51:2005

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Kelas	Metoda
	Metilen Biru					
23	Sulfat	mg/L	7,82	7,62	I	SNI 06-6989.20-2004
24	Sulfida	mg/L	TT	0,14	>IV	SNI 6989.70:2009
25	Tembaga	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3120B/22nd/2012
26	Timah Hitam (Pb)	mg/L	TT	TT	TT	Std. Met. 3120B/22nd/2012
27	Total Hardness	mg/L	29,32	20,94	*	SNI 06-6989.12-2004
28	Zat Padat Terlarut	mg/L	13,4	20,9	I	Konduktimeter
29	Bakteri Koli	Jml/100 mL	1300	< 2	<II	SNI 06-4158-1996

Sumber: Data Primer

Catatan : TT = Tidak terdeteksi

Data dari **Tabel 5** menggambarkan bahwa pengolahan IPAL dan RO pada air sungai Epicentrum dapat menurunkan konsentrasi parameter-parameter pencemar dengan baik. Rata-rata setelah pengolahan menggunakan RO, konsentrasi parameter turun secara signifikan bahkan rata-rata memenuhi baku mutu air minum (namun parameter bakteri koli belum memenuhi).

Senyawa amonia, arsen, besi (Fe), BOD (20°C , 5 hari), minyak dan lemak, fluorida, nitrat, nitrit, pH, fospat, seng (Zn), sulfat dan zat padat terlarut memenuhi standar baku mutu kelas I. Hal tersebut menggambarkan bahwa pengolahan air sungai Epicentrum menggunakan IPAL dan RO dengan perbedaan tekanan yang ditetapkan pada kinerja RO (0,5 bar) dengan debit aliran filtrat sebesar 0,03 L/s dapat dapat menyisihkan beberapa parameter fisik dan kimia yang terkandung dalam air sungai Epientrum hingga memenuhi standar baku mutu air kelas I. Hasil uji laboratorium menyatakan bahwa RO tidak signifikan menurunkan konsentrasi air raksa dan senyawa arsen serta minyak dan lemak.

Penambahan RO dapat menyisihkan amonia sebesar 4,5 %, fluorida sebesar 1,3%, fenol sebesar 58,3%, nitrat sebesar 7,9%, nitrit 16,7%, fospat sebesar 1%, seng (Zn) sebesar 50%, sulfat sebesar 14,6%, senyawa aktif metilen biru sebesar 78,12% dan total hardness sebesar 14,6%. Adapun penyisihan zat padat terlarut mencapai 3,9%. Menurut Padilla dan Tavani (1999) menyatakan bahwa RO dapat menurunkan logam berat secara signifikan. Hal ini terbukti dengan penurunan konsentrasi besi (Fe) setelah melalui pengolahan RO dari 0,03 mg/L menjadi 0,01 mg/L (penyisihan 33,3 %). Namun, dalam penelitian ini hasil uji laboratorium menyatakan bahwa beberapa konsentrasi logam berat tidak teridentifikasi.

Adapun parameter air raksa dan bakteri koli memenuhi standar baku mutu air kelas II. Keberadaan bakteri koli setelah melewati pengolahan RO turun secara signifikan.

Pengolahan menggunakan IPAL mampu menyisihkan bakteri koli sebesar 16.000 jumlah /100 mL, sedangkan pengolahan menggunakan IPAL yang dikombinasikan dengan RO dapat menyisihkan bakteri koli hingga 1.300 jumlah/100 mL (8,5%). Hal tersebut membuktikan bahwa keberadaan membran tanpa pori (dense) yang bekerja melalui mekanisme transport fenomena difusi pada RO dapat menyisihkan bakteri dengan ukuran 10 μm hingga 0,1 nm. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa RO dapat dengan baik menurunkan parameter mikropolutan yang ada pada air sungai Epicentrum.

Pengolahan air sungai Epicentrum sebelum diolah menggunakan RO, terlebih dahulu dilakukan *pre-treatment*. Dalam hal ini pengolahan menggunakan IPAL sederhana merupakan pengolahan *pre-treatment* yang mampu menyisihkan senyawa dengan konsentrasi yang besar hingga sampel air dapat dilewatkan ke RO. Perbedaan tekanan yang ditetapkan pada kinerja RO (0,5 bar) dengan debit aliran filtrat sebesar 0,03 L/s dapat menyisihkan BOD hingga 43,25 %. Hal tersebut menggambarkan bahwa terjadi penurunan kandungan senyawa organik pada air sungai Epicentrum setelah melalui pengolahan dengan metoda RO.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan *pre-treatment* pengolahan air sungai Epicentrum sebelum dilakukan pengolahan menggunakan RO. IPAL membutuhkan teknologi kombinasi yang dapat menyisihkan *micropollutant* khususnya bakteri koli untuk mencapai kualitas air kelas IV.
2. Pengurangan parameter yang berhasil dicapai untuk percobaan pengolahan air Sungai Epicentrum menggunakan IPAL dan RO adalah:
 - a. Penyisihan amonia sebesar 4,5 %,
 - b. Penyisihan fluorida sebesar 1,3%,
 - c. Penyisihan fenol sebesar 58,3%,
 - d. Penyisihan nitrat sebesar 7,9%,
 - e. Penyisihan nitrit sebesar 16,7%,
 - f. Penyisihan senyawa aktif metilen biru sebesar 78,12%
 - g. Penyisihan phospat sebesar 1%,
 - h. Penyisihan seng (Zn) sebesar 50%,
 - i. Penyisihan sulfat sebesar 14,6%
 - j. Penyisihan total hardness sebesar 14,6%.
 - k. Penyisihan besi (Fe) sebesar 33,3 %
 - l. Penyisihan bakteri koli sebesar 8,5 %
 - m. Penyisihan BOD sebesar 43,25 %,
 - n. Penyisihan zat padat terlarut mencapai 3,9%.
3. RO tidak signifikan menurunkan konsentrasi air raksa dan senyawa arsen serta minyak dan lemak.

4.2. Saran

1. Sungai Epicentrum yang telah dilengkapi IPAL sederhana dapat dijadikan percontohan untuk sungai – sungai yang ada di Jakarta, tetapi IPAL membutuhkan teknologi kombinasi yang dapat menyisihkan *micropollutant* khususnya bakteri koli untuk mencapai kualitas air kelas IV sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001.
2. Dengan melihat letak Sungai Epicentrum yang berada dikawasan komersial dan rekreasi, maka Sungai Epicentrum dapat dijadikan sebagai sungai dengan peruntukkan kelas II (rekreasi). Untuk mencapai peruntukan tersebut, dibutuhkan tolak ukur parameter yang tertera pada PP No. 82 Tahun 2001 dan penambahan teknologi *reverse osmosis* (RO) untuk menyisihkan pencemar fisik, kimia maupun biologi. Selain itu disarankan penggantian dasar kolam menjadi keramik berwarna putih. Dasar kolam yang berwarna hitam dapat lebih menyerap panas matahari sehingga suhu kolam akan naik dan memicu terjadinya eutrofikasi.
3. Outlet sungai Rasuna Epicentrum terbilang cukup kecil dan debit pengolahan IPAL juga relatif kecil sehingga sirkulasi air yang ditampung kolam tidak begitu baik serta tanggul kolam yang pendek (pada saat hujan, debit sungai meningkat dan memasuki kolam Epicentrum tanpa melewati IPAL) menyebabkan air kolam terlihat keruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Fairus, et. al., 2015. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Universitas Bakrie dengan Metoda *Reverse Osmosis*. Laporan Akhir Penelitian Universitas Bakrie.
- Hanum, F, 2002. Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. <http://pustaka.pu.go.id/new/istilah-bidang-detail.asp?id=753> diakses terakhir pada tanggal 23 November 2015 pukul 17.18 WIB.
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*. New Delhi: McGraw-Hill Book Company.
- Padilla, A.P. Tavani E.L. 1999. Treatment of an industrial effluent by reverse osmosis. *Desalination* 126:219-226
- Parekh, Bipin S. 1988. *Reverse Osmosis Technology: application for high –purity water production*. New York: M.Dekker
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Sahu, B.K., R.J. Rao, S.K. Behara and R.K. Pandit. 2000. *Effect of Pollutants on The Dissolved Oxygen Concentration of The River Ganga At Kanpur*. ABD Publication, Jaipur, India. pp. 168-170
- Saksena, D.N. and S. Kaushik. 1994. *Trophic Status And Habitat Ecology of Entomofauna of Three Water Bodies at Gwalior, Madhya Pradesh*. Scientific Publishers, Jodhpur
- Sumber: Sari, et al. 2013. Potensi Penanaman Ikan Koi (*Cyprinus Caprio*) di Sungai Epicentrum Jakarta. Laporan Akhir Penelitian Universitas Bakrie
- Widiasa, I.N., Wenten, I.G., 2008, Pengaruh Perlakuan pH Umpan dan Recovery Factor Terhadap Fluks dan Karakteristik Permeat Reverse Osmosis Air Tawar.
- William, M.E., 2003, A Brief Review of Reverse Osmosis Membrane Technology., EET Corporation and Williams Engineering Services Company.
- Zainal, Yuda Bakti. 2010. *Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih Berbasis PLC*. Cimahi: Universitas Jenderal Ahmad Yani.
- <http://www.home-water-purifiers-and-filters.com/> ,Reverse osmosis (RO) Water Filters., diakses terakhir tanggal 11 Juli 2014 pukul 11.00