

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
UNIVERSITAS BAKRIE
TAHUN 2014**

**Pengelolaan Air Bekas Wudhu
Di Lingkungan Kampus Universitas Bakrie Jakarta**

Teknik Lingkungan

**SANDRA MADONNA (0318097402)
IRNA RAHMANIAR (0321078802)
PRISMITA NURSETYOWATI (0311069001)
I MADE I M BRUNNER (0313046901)**



**Dibiayai Oleh
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN UNIVERSITAS BAKRIE
TAHUN ANGGARAN 2014
NO. KONTRAK : 030 / SPK / LPP-UB /VIII/ 2014**

**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 : Pengelolaan Air Bekas Wudhu Di Lingkungan Kampus Universitas Bakrie Jakarta
2. Peneliti Utama
- a. Nama Lengkap : Sandra Madonna
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Pangkat/NIDN : Lektor / 0318097402
 - d. Bidang Keahlian : Teknik Lingkungan
 - e. Program Studi : Teknik Lingkungan
3. Tim Peneliti :

No	Nama	Bidang Keahlian	Program Studi
1	Irna Rahmanti	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan
2	Prismita Nursetyowati	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan
3	I Made I M Brunner	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan

4. Jangka Waktu Penelitian dan Pendanaan :
- a. Jangka Waktu yang Diusulkan : 1 (satu) semester
 - b. Biaya Total yang Diusulkan : Rp 20.044.000
 - c. Biaya yang Disetujui : Rp 20.000.000

Jakarta, 29 Juli 2015

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengembangan

a/n

Susy Fatena Rostiyanti
0320106903



Peneliti Utama

Sandra Madonna
0318097402

Pengelolaan Air Bekas Wudhu Di Lingkungan Kampus Universitas Bakrie Jakarta

ABSTRAK

Air bekas berwudhu di Universitas Bakrie memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali. Selama ini, air bekas tersebut langsung dibuang tanpa dilakukan pengelolaan terlebih dahulu. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tim Peneliti Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Bakrie (UB) berhasil mengurangi penggunaan air untuk berwudhu di lingkungan kampus Universitas Bakrie sebesar 67% dengan menggunakan alat pembatasan aliran air *plug valve* yang dipasang pada keran air untuk berwudhu. Penelitian mengenai Pengelolaan Air Bekas Wudhu Di Lingkungan Kampus Universitas Bakrie ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya, yang bertujuan untuk mengetahui kualitas sumber air untuk berwudhu di Kampus UB yang menggunakan air PAM kemudian membandingkannya dengan kualitas sumber air lain dari 3 (tiga) masjid yang menggunakan air sumur, yaitu Masjid Az-Zikra, Masjid Al-Bakrie dan Masjid Menteng Atas. Penelitian ini juga membandingkan kualitas air bekas berwudhu dari Mushola UB dan Masjid Az-Zikra. Daur ulang air pada penelitian ini dilakukan dengan proses *reverse osmosis* (RO) hasil penelitian menunjukkan bahwa proses RO sangat efektif digunakan untuk menyisihkan bakteri *Coliform* dengan nilai efisiensi berkisar antara 96-100 %, dan pada penyisihan TSS maupun TDS dengan nilai efisiensi masing-masing berkisar antara 81,2%-100% untuk penyisihan TSS dan 85,1%-99,7% untuk penyisihan TDS. Dari hasil penelitian diketahui air PAM di Musholla UB memiliki kualitas air yang lebih baik dibandingkan dengan lokasi lainnya. Kualitas air bekas wudhu masih memungkinkan untuk didaur ulang dan digunakan kembali setelah melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Kata kunci: Air Wudhu; Baku Mutu Air; Daur Ulang Air; Kualitas Air; Reverse Osmosis.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN TAHUN 2014	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Permasalahan	2
1.3 Posisi Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup dan Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sumber Air Bersih	5
2.1.1 Perusahaan Air Minum (PAM)	5
2.1.2 Air Sumur	6
2.2 Kualitas Air	8
2.2.1 Kualitas Air di Tinjau dari Parameter Uji Biologi	8
2.2.2 Kualitas Air di Tinjau dari Parameter Uji Kimia	10
2.2.3 Kualitas Air di Tinjau dari Parameter Fisika	17
2.3 Kualitas Air Wudhu	19
2.3.1 Klasifikasi Air Menurut Hukum Islam	19
2.3.2 Hukum Air Daur Ulang Untuk Berwudhu	20
2.4 Reverse Osmosis	21
Bab III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.3 Pelaksanaan Penelitian	25

3.3.1	Persiapan Alat RO	26
3.3.2	Pengambilan dan Pengujian Sampel	26
3.3.3	Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Kualitas Air Untuk Berwudhu	28
4.2	Kualitas Air Bekas Berwudhu	31
4.3	Penjernihan Air Bekas Wudhu Menggunakan Reverse Osmosis.....	32
4.3.1	Total Coliform	34
4.3.2	Residu tersuspensi (TSS) dan Residu terlarut (TDS)	35
4.3.3	BOD, COD dan DO	37
4.3.4	Konsentrasi Nitrit dan Nitrat	39
4.3.5	Konsentrasi Fe dan Mn	40
4.4	Kualitas Filtrat Hasil Reverse Osmosis sebagai Air Wudhu.....	42
BAB V KESIMPULAN		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema fenomena osmosis dan <i>reverse osmosis</i> (William, 2003).....	22
Gambar 2. Seperangkat alat RO yang digunakan dari beberapa sisi	24
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 4. Total Coliform Pada Masing-Masing Sampel Uji.....	34
Gambar 5. Konsentrasi TSS dan TDS Pada Masing-Masing Sampel	36
Gambar 6. Konsentrasi BOD, COD dan DO pada masing-masing sampel	37
Gambar 7. Konsentrasi Nitrit dan Nitrat pada masing-masing sampel.....	39
Gambar 8. Konsentrasi Mangan dan Besi pada masing-masing sampel	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kualitas Air PAM PT. PALYJA di wilayah Tebet, Jakarta Selatan (PT. PALYJA, 2013)	6
Tabel 2. Status kualitas air berdasarkan nilai BOD5	13
Tabel 3. Bahan buangan yang dapat dioksidasi dengan uji COD dan BOD	13
Tabel 4. Metode Pengukuran Parameter	26
Tabel 5. Kualitas Air Untuk Berwudhu	28
Tabel 6. Kualitas Air Bekas Berwudhu.....	31
Tabel 7. Kualitas Air Bekas Berwudhu Setelah Proses Reverse Osmosis.....	32
Tabel 8. Perbandingan Kualitas Air Baku dan Filtrat Hasil Reverse Osmosis	42

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah atau air bekas pakai seperti air bekas berwudhu/bersuci jumlahnya cukup banyak dan biasanya hanya dibuang begitu saja, tanpa dilakukan pengelolaan terlebih dahulu. Penerapan konsep 3R *reduce* (mengurangi), *re-use* (menggunakan kembali) dan *recycle* (mendaur ulang) seharusnya dapat diterapkan dalam pengelolaan air bersih sebagai bagian dari upaya melestarikan sumber daya air yang saat ini mulai terbatas keberadaannya.

Fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) menerangkan bahwa yang dimaksud dengan air daur ulang adalah air hasil olahan (rekayasa teknologi) dari air yang telah digunakan (musta'mal), terkena najis (mutanajjis) atau yang telah berubah salah satu sifatnya, yakni rasa, warna, dan bau (mutaghayyir) sehingga dapat dimanfaatkan kembali. Air daur ulang adalah suci mensucikan (thahir muthahhir), sepanjang diproses sesuai dengan ketentuan fikih, diantaranya dengan cara Thariqah Taghyir, yaitu dengan cara mengubah air yang terkena najis atau yang telah berubah sifatnya tersebut dengan menggunakan alat bantu yang dapat mengembalikan sifat-sifat asli air itu menjadi suci lagi mensucikan (thahir muthahhir). Air daur ulang tersebut boleh dipergunakan untuk berwudhu, mandi, mensucikan najis dan istinja', serta halal diminum, digunakan untuk memasak dan untuk kepentingan lainnya, selama tidak membahayakan kesehatan. (MUI, 2010).

Kualitas dan kuantitas air limbah hasil pengolahan terutama air bekas wudhu sangat menentukan bisa tidaknya air tersebut digunakan kembali untuk berwudhu/bersuci. Hasil penelitian Al Mamun *et. al.*(2013) bahwa air bekas wudhu tidak terlalu tercemari dan dapat dengan mudah didaur ulang dan digunakan kembali untuk keperluan kebersihan yang umum dan menyirami tanaman setelah melewati saringan pasir.

Sumber air bersih yang digunakan juga menentukan dapat tidaknya air tersebut digunakan untuk berwudhu. Air sumur dan air PAM dalam fiqih Islam termasuk kedalam kelompok air yang suci dan mensucikan tetapi apa bila kualitasnya telah berubah air tersebut bisa masuk kedalam kelompok air yang suci tetapi tidak mensucikan (Rasjid, S. 2005)

Pengolahan air bekas wudhu diantaranya dapat dilakukan dengan menggunakan alat RO (Reverse Osmosis), yang prinsip kerjanya adalah memberi tekanan hidrostatis 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. Kedua larutan tersebut berada pada satu bejana dan dipisahkan oleh lapisan semipermeable (William, M.E.2003).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tim Peneliti Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Bakrie telah berhasil *me-reduce*/mengurangi penggunaan untuk air untuk berwudhu (bersuci) di lingkungan kampus Universitas Bakrie sebesar 67% dengan menggunakan alat pembatasan aliran air *plug valve* pada keran air wudhu yang dapat menghemat pemakaian air wudhu dari rata-rata 2.422,35 mL menjadi 979,25 mL (Madonna, 2014). Hasil kuisioner dari para pemakai keran air wudhu sebagai bagian dari penelitian tersebut, umumnya setuju dengan upaya penghematan yang telah dilakukan (Madonna *et all*, 2013). Penelitian lanjutan telah dilakukan mengenai Pengelolaan Air Bekas Wudhu di Lingkungan Universitas Bakrie, yang bertujuan untuk: a. Mengetahui kualitas sumber air untuk berwudhu di Kampus Universitas Bakrie yang menggunakan air PAM; b. Membandingkannya dengan kualitas sumber air lain dari salah satu masjid yang menggunakan air sumur; c. Mengetahui kualitas air sisa berwudhu dari kedua tempat yang berbeda tersebut; dan d. Mengetahui kualitas air bekas wudhu hasil pengolahan menggunakan alat *reverse osmosis* (RO).

1.2 Identifikasi dan Rumusan Permasalahan

Permasalahan yang terjadi berkaitan dengan penggunaan air untuk berwudhu adalah: a. Kelangkaan air bersih; b. Penggunaan air yang cukup banyak dan c. Sisa air wudhu hanya dibuang begitu saja, selain itu belum pernah dilakukan penelitian mengenai air limbah/air bekas pakai khususnya air untuk berwudhu di lingkungan Universitas Bakrie.

1.3 Posisi Penelitian

Penelitian ini dilakukan mengingat adanya potensi penghematan air dengan menggunakan air hasil pengolahan air bekas berwudhu yang dapat dilakukan di kampus Universitas Bakrie. Penerapan teknologi dalam mendaur ulang air wudhu perlu menjadi pertimbangan. Hasil penelitian diharapkan dapat diterapkan di tempat lain sehingga dapat memberikan efek tambahan yang bermanfaat bagi masyarakat luas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain adalah:

1. Mengetahui kualitas air PAM yang digunakan untuk berwudhu
2. Mengetahui kualitas air sumur yang digunakan untuk berwudhu
3. Mengetahui kualitas air buangan air PAM yang telah digunakan untuk berwudhu
4. Mengetahui kualitas air buangan air sumur yang telah digunakan untuk berwudhu
5. Mengetahui kualitas hasil pengolahan air bekas wudhu menggunakan alat RO yang bersumber dari PAM.
6. Mengetahui kualitas hasil pengolahan air bekas wudhu menggunakan alat RO yang bersumber dari air sumur

1.5 Ruang Lingkup dan Pembatasan Masalah

Penelitian ini akan dilakukan pada skala laboratorium untuk melihat potensi daur ulang air wudhu, dengan menguji kualitas air: 1. Sumber air wudhu di Kampus Universitas Bakrie yang bersumber dari air PAM dan kualitas sumber air dari salah satu masjid yang menggunakan air sumur; 2. Air bekas berwudhu dan 3. Air hasil pengolahan air bekas berwudhu menggunakan alat RO. Pengambilan data berupa hasil pengukuran beberapa parameter uji air bersih menurut Baku Mutu air kelas I Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, yaitu parameter uji BOD, COD, Besi (Fe), Mangan (Mn), Total Solid (TS), NO₃-N, pH dan Total coliform. Sampling dilakukan secara acak dengan 2 kali ulangan dan kemudian diuji kualitasnya dengan mengukur beberapa parameter uji air bersih.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal mengenai kualitas sumber air wudhu yang berasal dari air sumur dan air PAM, serta kualitas air bekas berwudhu setelah diolah menggunakan alat RO. Penelitian diharapkan juga dapat memberi gambaran awal mengenai potensi penghematan air dengan menggunakan teknologi daur ulang air wudhu yang dapat dilakukan di Universitas Bakrie.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disajikan dalam sistematika penulisan sebagai berikut: Bab I (Pendahuluan) yang berisikan latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan penelitian dan ruang lingkup kajian. Bab II (Tinjauan Pustaka) berisikan literatur-literatur yang berkaitan dengan sumber air, daur ulang air, kualitas air menurut peraturan pemerintah dan hukum Islam, serta pengolahan air menggunakan alat *reverse osmosis*. Bab III (Metodologi Penelitian) berisikan paparan mengenai metodologi dan cara kerja untuk mencapai tujuan penelitian. Bab IV (Hasil dan Pembahasan) merupakan inti dari penelitian ini. Hasil pengolahan data-data yang terkumpul akan disajikan, disertai dengan pembahasan untuk menjelaskan hasil-hasil yang diperoleh. Bab V (Penutup) berisikan saran-saran dan kesimpulan dari hasil penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Air Bersih

Air bersih sebagai salah satu kebutuhan pokok manusia yang dimanfaatkan untuk dikonsumsi atau untuk melakukan aktivitas sehari-hari termasuk diantaranya untuk bersuci/berwudhu. Saat ini sumber air bersih sudah mulai langka dan kualitasnya juga sudah menurun atau terganggu akibat penggunaan dan penyalahgunaan sumber air tersebut. Sumber air bersih diantaranya sumur ataupun air hasil pengolahan seperti air yang berasal dari Perusahaan Air Minum (PAM).

2.1.1 Perusahaan Air Minum (PAM)

Saat ini, mayoritas masyarakat perkotaan di Indonesia telah terlayani air bersih PAM melalui jaringan perpipaan. Air baku yang digunakan sebagai sumber air yang digunakan PAM terdiri dari air tanah, sungai dan mata air. Air tanah dan mata air memiliki kualitas yang relatif lebih baik dibanding air sungai sehingga tidak diperlukan pengolahan yang lengkap untuk mencapai parameter fisika, kimia dan biologi yang memenuhi standar air bersih dan air minum sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 907/MEN.KES/SK/VII/2002 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air.

Sumber air baku yang digunakan oleh PAM DKI saat ini berasal dari saat ini berasal dari Waduk Jatiluhur yang dialirkan ke Jakarta melalui saluran terbuka Kanal Tarum Barat (Kalimalang), air curah dari Tangerang serta beberapa sungai seperti Sungai Ciliwung, Krukut dan Pesanggrahan. PT. PAM Lyonnaise Jaya (PALYJA) dan PT. Aetra Air Jakarta (Aetra) adalah dua PAM utama yang melayani Kota Jakarta. PT. PALYJA melayani wilayah barat Jakarta, sebagian wilayah pusat Jakarta dan sebagian wilayah selatan Jakarta. Sedangkan PT. Aetra melayani sebagian besar wilayah utara Jakarta, sebagian wilayah pusat Jakarta dan seluruh wilayah timur Jakarta.

Dalam penelitian ini, area Kampus Universitas Bakrie terletak di wilayah layanan PT. PALYJA. **Tabel 1** menunjukkan kualitas air PAM PT. PALYJA di wilayah Tebet, Jakarta Selatan.

Tabel 1. Kualitas Air PAM PT. PALYJA di wilayah Tebet, Jakarta Selatan (PT. PALYJA, 2013)

Parameter	Satuan	Nilai	Batas Maksimal*
Total klor	mg/L	0.6	-
Klor bebas	mg/L	0.3	-
Kekeruhan	NTU	0.9	25
Coliform tinja	Kol/100ml	0	-
Total coliform	Kol/100ml	0	10 (perpipaan)
pH	mg/L	7.2	6.5-9
Klorida	mg/L	16	600
Warna	TCU	<9	50
Jumlah zat padat terlarut	mg/L	164	1500
Zat organik (KMnO4)	mg/L	5	10
Kesadahan	mg/L	110	500
Besi	mg/L	<0.0795	1
Mangan	mg/L	<0.0399	0.5
Sulfat	mg/L	54	400
Ammonium	mg/L	<0.1	-
Nitrit sebagai N	mg/L	0.02	1

(*) Berdasarkan Permenkes No 416 Tahun 1990 tentang Kualitas Air Bersih

2.1.2 Air Sumur

Sumur merupakan sumber utama persediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun di perkotaan Indonesia. Secara teknis dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu sumur dangkal (*shallow well*) dan sumur dalam (*deep well*). Dalam penelitian ini, sampel akan diambil dari sumur dangkal.

1. Sumur dangkal (shallow well)

Cara pengambilan air tanah yang paling tua dan sederhana adalah dengan membuat sumur dangkal dengan kedalaman lebih rendah dari posisi permukaan air tanah. Jumlah air yang dapat diambil dari sumur dangkal biasanya terbatas dan air yang diambil adalah air dangkal. Untuk pengambilan air yang lebih besar diperlukan luas dan kedalaman galian yang lebih besar. Kedalaman sumur dangkal tergantung lapisan tanah, ketinggian dari permukaan air laut, dan ada tidaknya air bebas di bawah lapisan tanah. Sumur dangkal biasanya dibuat dengan kedalaman tidak lebih dari 5-8 meter di bawah permukaan tanah. Cara ini cocok untuk daerah pantai yang air tanahnya berada di atas air asin.

Air bebas pada sumur dangkal dapat ditemui berdasarkan jenis tanah dan kedalaman gali. Pada tanah berpasir air bebas sudah dapat ditemui pada

galian dengan kedalaman 6-8 meter; pada tanah liat, kedalaman minimal untuk mendapatkan air bebas adalah 12 meter; sedangkan, pada tanah kapur harus digali lebih dalam, yaitu minimal 40 meter.

Air sumur dangkal memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

- a. Ketinggian air bebas umumnya sekitar 1-3 m dari dasar sumur
- b. Ketinggian air bebas bervariasi, tergantung jumlah air yang diambil dan tergantung musim
- c. Rasa dan warna air tergantung jenis tanah yang ada, tanah sawah airnya kekuning-kuningan, tanah berpasir airnya jernih dan rasanya sejuk, tanah liat rasanya sedikit sepat, tanah kapur airnya terasa sedikit sepat dan warnanya kehijau-hijauan dan tanah gambut airnya berwarna kemerah-merahan seperti teh dan rasanya asam.
- d. Mudah tercemar oleh karena kelalaian dalam menutup mulut sumur
- e. Mengandung algae dalam jumlah sedikit
- f. Mengandung bakteri cukup banyak

2. Sumur dalam (*deep well*)

Pengambilan air tanah pada sumur dalam dilakukan dengan jalan pemboran. Air bebas pada sumur dalam dapat diperoleh sesuai dengan jenis tanah dan kedalaman pemboran, yaitu:

- a. Tanah berpasir: biasanya kedalaman 30-40 m sudah memperoleh air. Biasanya airnya naik 5-7 m dari permukaan tanah
- b. Tanah liat/padas: biasanya kedalaman 40-60 m akan diperoleh air yang baik dan air akan naik mencapai 7 m dari permukaan tanah
- c. Tanah berkapur: biasanya sumur dengan kedalaman di atas 60 m kemungkinan baru mendapat air dan apabila ada air, airnya sukar/tidak bias naik ke atas dengan sendirinya
- d. Tanah berbukit: biasanya sumur dibuat di atas 100 m atau di atas 200 m kemungkinan tipis sekali untuk memperoleh air. Air yang diperoleh sukar/tidak bisa naik ke atas dengan sendirinya.

Air sumur dalam memiliki kualitas yang lebih baik dari sumur dangkal. Air yang diperoleh biasanya jernih, sejuk dan memiliki kandungan bakteri yang

lebih kecil dari sumur dangkal. Hal ini dapat disebabkan pada sumur dalam, pencemaran air tidak atau jarang terjadi. Akan tetapi, jumlah algae dalam air sumur dalam jauh lebih banyak dibanding dengan air sumur dangkal.

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 pertanaman, 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 pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.2.1 Kualitas Air di Tinjau dari Parameter Uji Biologi

Kualitas air ditinjau dari parameter uji biologi dilakukan dengan pengujian air secara mikrobiologi, pengujian secara mikrobiologi baik secara kualitatif maupun kuantitatif dapat dipakai sebagai indikasi pada pengukuran derajat pencemaran air.

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk menghitung atau mengukur jumlah jasad renik dalam suatu suspensi, salah satunya adalah pemeriksaan adanya bakteri *Coliform* pada air dengan metode MPN (*Most Probable Number*).

Coliform ada bakteri yang termasuk kedalam kelompok famili *Enterobacteriaceae*, bakteri ini bersifat aerobik dan fakultatif anaerob, berbentuk batang, gram negatif, nonspore dapat menfermentasi laktosa dengan produksi gas dalam waktu 48 jam pada 35⁰C (APHA, 1989 *cit* Bitton, G., 2005). Dalam instalasi pengolahan air, jumlah coliform adalah salah satu indikator yang terbaik untuk mengetahui efisiensi pengolahan. Disamping itu kelompok bakteri ini juga telah menjadi indikator pada reklamasi air limbah pabrik pada proyek reklamasi Windhoek di Namibia (Grabow, 1990 *cit* Bitton, G., 2005).

Dalam melakukan pemeriksaan MPN coliform complete test ada beberapa tahap yaitu :

1. Uji Penduga (*Presumptive test*)

Pada tahap ini, pemeriksaan dilakukan menggunakan media Lactose Broth (LB). Uji ini bertujuan untuk mendeteksi ada tidaknya bakteri *coliform* di dalam sampel.

2. Uji Penguat (*Confirmed Test*)

Pada tahap kedua, pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB). Media ini digunakan sebagai media penyubur bagi bakteri *coliform* sekaligus sebagai media selektif bagi bakteri selain bakteri *coliform*.

3. Uji Pelengkap (*Completed Test*)

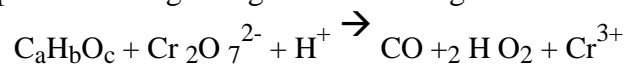
Tahap ini adalah tahap dimana dilakukan pembiakan sampel ke media *Mac conkey* ataupun media selektif untuk bakteri jenis Gram negatif berbentuk batang. Sampel dari media BGLB yang menunjukkan hasil positif diinokulasikan pada media *Mac Conkey*, selanjutnya diidentifikasi spesies dari bakteri tersebut yang terdapat di dalam sampel, dengan menggunakan media uji biokimia. Uji pelengkap ini merupakan tahap akhir analisis bakteri dari contoh air.

Bakteri *Coliform* dijadikan sebagai bakteri indikator karena tidak patogen, mudah serta cepat dikenal dalam tes laboratorium serta dapat dikuantifikasikan, tidak berkembang biak saat bakteri patogen tidak berkembang biak, jumlahnya dapat dikorelasikan dengan probabilitas adanya bakteri patogen, serta dapat bertahan lebih lama daripada bakteri patogen dalam lingkungan yang tidak menguntungkan (Slamet, 2004)

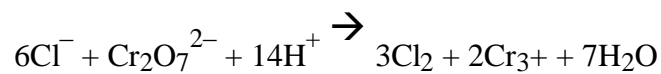
2.2.2 Kualitas Air di Tinjau dari Parameter Uji Kimia

2.2.2.1. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini bahan buangan organik akan dioksidasi oleh Kalium bikromat menjadi gas CO₂ dan H₂O serta sejumlah ion krom. Kalium bikromat atau K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Oksidasi terhadap bahan buangan organik akan mengikuti reaksi berikut ini:



Reaksi tersebut perlu pemanasan dan juga penambahan katalisator perak sulfat (Ag₂SO₄) untuk mempercepat reaksi. Apabila dalam bahan buangan organik diperkirakan ada unsur Chlorida yang dapat mengganggu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan tersebut. Chlorida dapat mengganggu karena akan ikut teroksidasi oleh kalium Bichromat sesuai dengan reaksi berikut ini:



Apabila dalam larutan air lingkungan terdapat Chlorida, maka oksigen yang diperlukan pada reaksi tersebut tidak menggambarkan keadaan sebenarnya. Seberapa jauh tingkat pencemaran oleh bahan buangan organik tidak dapat diketahui secara benar. Penambahan merkuri sulfat adalah untuk mengikat ion Chlor menjadi merkuri Chlorida mengikuti reaksi berikut ini:



Warna larutan air lingkungan yang mengandung bahan buangan organik sebelum reaksi oksidasi adalah kuning. Setelah reaksi oksidasi selesai maka akan berubah menjadi hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi

terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium bichromat yang dipakai pada reaksi tersebut diatas. Makin banyak kalium bichromat yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Ini berarti bahwa air lingkungan banyak tercemar oleh bahan buangan organik. Dengan demikian maka seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan dapat ditentukan (Wardhana, 2001).

Nilai COD memberikan informasi tentang jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik menjadi karbondioksida dan air. Kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) merupakan oksidator kuat yang biasa digunakan dalam analisis COD. Secara teoritis oksidator ini dapat mengoksidasi senyawa organik sampai hampir sempurna (95-100%).

Secara umum penjelasan tentang sumber dan manfaat COD dapat dilihat pada parameter BOD, karena kedua parameter ini mempunyai hubungan yang erat, yaitu keduanya bersal dari senyawa organik dan merupakan parameter petunjuk pencemaran oleh limbah organik. Seperti halnya BOD, air dengan nilai COD yang tinggi memberikan dampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Metode yang digunakan dalam menganalisis COD yaitu metode Spektrofotometri *Portable*. 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. Keuntungan tes COD dibandingkan dengan tes BOD yaitu:

- a. Analisa COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisa BOD memerlukan 5 hari.
- b. Untuk menganalisis COD antara 50 sampai 800 mg/L, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedangkan pada analisa BOD selalu membutuhkan pengenceran.
- c. Ketelitian dan ketepatan tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD.
- d. Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD (Alaerts, 1984).

COD merupakan salah satu parameter indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik. Keberadaannya di lingkungan sangat ditentukan oleh limbah organik, baik yang berasal dari limbah rumah tangga dan industri (*industrial waste*). Rumah tangga dan industri adalah sumber utama limbah organik dan merupakan penyebab utama tingginya konsentrasi COD. Yang dimaksud dengan rumah tangga disini adalah perumahan penduduk, perhotelan perkantoran dan rumah sakit. Sedangkan yang dimaksud dengan industri adalah industri yang mengolah dan memproduksi bahan organik seperti industri makanan, susu, kulit dsb. Sumber lain yang juga merupakan penyebab limbah peternakan seperti peternakan ayam, babi, domba dsb.

Adapun keberadaannya secara ilmiah dapat diabaikan karena berasal dari proses pembusukan tanaman dan yang sejenisnya yang kontribusinya terhadap parameter COD sangat kecil. Selain itu secara alamiah dapat mengalami pemurnian sendiri (*self purification*) karena daya dukung lingkungan cukup tinggi. Lain halnya dengan limbah organik yang berasal dari aktivitas manusia, dimana limbah yang dibuang ke lingkungan melampaui daya dukung lingkungan sehingga lingkungan tidak mampu melakukan pemurnian sendiri. (Lenore, 1995).

2.2.2.2. Biological atau Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD (kebutuhan oksigen biologis) adalah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh dalam lingkungan air, pengukuran BOD didasarkan kepada kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik, artinya hanya terhadap senyawa yang terdapat yang mudah diuraikan secara biologis seperti senyawa yang terdapat dalam rumah tangga. Untuk produk- produk kimiawi, seperti senyawa minyak dan buangan kimia lainnya akan sangat sulit dan bahkan tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme (Barus, 2004).

Semakin tinggi nilai BOD suatu badan perairan maka semakin buruk kondisi perairan tersebut. Sebab jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan senyawa organik semakin banyak, sehingga menurunkan nilai oksigen yang terlarut, dengan demikian kondisi air menjadi miskin oksigen sehingga plankton dan organisme air lainnya tidak dapat berkembang dengan baik sebab BOD yang tinggi

mengindikasikan banyak limbah yang terdapat dalam air tersebut. Bahan-bahan organik akan diuraikan oleh organisme-organisme pengurai, yang spesial menguraikan bahan-bahan organik yang telah mati, terutama bakteri dan jamur (mikrofungi). Karena mikroorganisme ini membutuhkan oksigen untuk proses respirasi, maka jumlah oksigen dalam air akan menurun. Jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh mikroba semacam ini biasa dikenal dengan istilah "Biological Biochemical Oxygen Demand" (Supriharyono, 2000).

Oksidasi aerobik dapat menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan sampai pada tingkat terendah, sehingga kondisi perairan menjadi anaerob yang dapat mengakibatkan kematian organisme akuatik. Lee et al. (1978) dalam Wardana (1995) menyatakan bahwa tingkat pencemaran suatu perairan dapat dinilai berdasarkan nilai BOD5-nya, seperti disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Status kualitas air berdasarkan nilai BOD5

No	Nilai BOD ₅ (ppm)	Status Kualitas Air
1	≤ 2,9	Tidak tercemar
2	3,0 – 5,0	Tercemar ringan
3	5,1 – 14,9	Tercemar sedang
4	≥ 15	Tercemar berat

Perbandingan parameter COD dan BOD disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Bahan buangan yang dapat dioksidasi dengan uji COD dan BOD

Jenis Bahan Buangan	Dapat Dioksidasi Dengan Uji	
	COD	BOD
Bahan buangan organik yang termasuk biodegradable. Contoh: protein, gula, karbohidrat, dll.	ya	ya
Serat sintetik, selulosa, dll.	ya	tidak
Bahan buangan yang termasuk non-biodegradable. Contoh: NO ₂ , Fe ²⁺ , S ₂ , Mn ³⁺ , dll.	ya	tidak
N bebas. Contoh: NH ₄	tidak	ya
Hidrokarbon rantai dan aromatik	ya	tidak

Masing-masing cara pengujian, baik reaksi uji COD maupun reaksi uji BOD, mempunyai keterbatasan yang tidak dapat mengoksidasi segala macam bahan buangan (Wardhana, 2001).

2.2.2.3. DO (Dissolved Oxygen)

Oksigen diperlukan oleh organisme air untuk menghasilkan energi yang sangat penting bagi pencernaan dan asimilasi makanan pemeliharaan keseimbangan osmotik, dan aktivitas lainnya. Jika persediaan oksigen terlarut di perairan sangat sedikit maka perairan tersebut tidak baik bagi ikan makhluk hidup lainnya yang hidup di perairan, karena akan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan organisme air tersebut. Kandungan oksigen terlarut minimum 2 mg/L) sudah cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal (Wardana, 1995).

Pengaruh oksigen terlarut terhadap fisiologis air terutama adalah dalam proses respirasi. Konsentrasi oksigen terlarut hanya berpengaruh secara nyata terhadap organisme air yang memang tidak mutlak membutuhkan oksigen terlarut untuk respirasinya. Konsumsi oksigen bagi organisme air berfluktuasi mengikuti proses-proses hidup yang dilaluinya. Pada umumnya konsumsi oksigen bagi organisme air ini akan mencapai maksimum pada masa-masa reproduksi berlangsung. Konsumsi oksigen juga dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut itu sendiri (Barus, 2004).

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam perairan merupakan faktor penting sebagai pengatur metabolisme tubuh organisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Novotny dan Olem, 1994).

Banyak oksigen terlarut dari udara ke air tergantung pada luas permukaan air, suhu dan salinitas air. Oksigen yang berasal dari proses fotosintesis tergantung pada kerapatan tumbuh-tumbuhan air dan lama serta intensitas cahaya yang sampai ke badan air tersebut. Naik turunnya kadar oksigen terlarut dalam air sangat menentukan kehidupan hewan air (Suin, 2002). Kandungan oksigen dari aliran air yang bergelombang dan beroksigen tinggi berbeda cukup besar dengan kandungan oksigen dari pool yang airnya tenang dan tidak mengalir (Mc. Naughton, 1990).

Penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air disebabkan karena adanya zat pencemar yang dapat mengkonsumsi oksigen. Zat pencemar tersebut terutama terdiri dari bahan-bahan organik dan non organik yang

berasal dari berbagai sumber, seperti kotoran (hewan dan manusia), sampah organik, bahan-bahan buangan dari industri dan rumah tangga. Menurut Connel and Miller (1995), sebagian besar dari zat pencemar yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang adalah limbah organik. Menurut Lee et al. (1978) dalam Wardana (1995), kandungan oksigen terlarut pada suatu perairan dapat digunakan sebagai indikator kualitas perairan.

2.2.2.4. Nitrit dan Nitrat

Nitrat (NO_3^-) adalah ion-ion anorganik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Di alam, nitrogen terdapat dalam bentuk senyawa organik seperti urea, protein, asam nukleat atau sebagai senyawa organik seperti ammonia, nitrit dan nitrat.

Tahap pertama daur nitrogen adalah transfer nitrogen dari atmosfer ke dalam tanah. Selain air hujan yang membawa nitrogen, penambahan nitrogen ke dalam tanah terjadi melalui proses fiksasi nitrogen. Fiksasi nitrogen secara biologis dapat dilakukan oleh bakteri *Rhizobium*, *Azobacter* dan *Clostridium*. Selain itu, ganggang hijau biru dalam air juga memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen. Tahap kedua, Nitrat yang dihasilkan oleh fiksasi biologis digunakan oleh produsen (tumbuhan) menjadi molekul protein. Proses ini disebut Amonifikasi. Bakteri Nitrosomonas mengubah amoniak dan senyawa ammonium menjadi nitrat oleh Nitrobacter. Apabila oksigen dalam tanah terbatas, nitrat dengan cepat ditransformasikan menjadi gas nitrogen atau oksida nitrogen oleh proses denitrifikasi.

Nitrat yang masuk ke dalam saluran pencernaan melalui makanan atau air minum. Nitrat berlebih juga dapat berasal dari sisa pemupukan yang kemudian mengalir menuju air sungai atau meresap ke dalam air tanah. Efek racun yang akut dari nitrit adalah methemoglobinemia. Tingginya kadar nitrat pada air minum terutama yang berasal dari sungai atau sumur sangat berbahaya bagi bayi di bawah umur 3 bulan. Apabila nitrat masuk ke dalam sistem peredaran darah, penderita dapat mengalami kekurangan oksigen dalam tubuhnya (Risamasu, 2011).

2.2.2.5. Mangan

Mangan merupakan unsur esensial walaupun sifat biokimia dan metabolismenya belum banyak dimengerti. Dalam jumlah berlebih mangan dapat menyebabkan air menjadi berwarna kemerahan, kuning dan kehitaman. Selain itu juga memberi rasa tidak enak pada minuman, menimbulkan endapan pada jaringan pipa. Oleh karena itu jika dalam suatu air baku air bersih mengandung zat mangan yang berlebih, harus diupayakan agar kandungannya memenuhi syarat yang telah ditetapkan (Svehla, 1979).

Mangan terdapat dalam bentuk kompleks dengan bikarbonat, mineral dan organik. Unsur mangan pada air permukaan berupa ion bervalensi empat dalam bentuk organik kompleks. Pada pH agak tinggi dan kondisi aerob, mangan dalam perairan terdapat dalam bentuk MnO_2 , Mn_3O_4 meskipun oksidasi dari Mn^{2+} berjalan lambat dan pada dasar perairan tereduksi menjadi Mn^{2+} atau dalam air yang kekurangan oksigen (DO rendah). Oleh karena itu pemakaian air yang berasal dari suatu dasar suatu sumber air sering ditemukan mangan dalam konsentrasi tinggi.

Pada air permukaan yang belum diolah ditemukan konsentrasi mangan rata-rata lebih dari 1 mg/l. Walaupun demikian, dalam keadaan tertentu unsur mangan dapat timbul dalam konsentrasi besar pada suatu reservoir atau sungai pada kedalaman dan saat tertentu. Hal ini terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan dan mereduksi bahan organik dan mangan (IV) menjadi mangan (II) pada kondisi hypolimnion (kondisi adanya cahaya matahari) (Fatmah, 2012).

2.2.2.6. Besi

Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Pada tumbuhan, termasuk algae, besi berperan sebagai penyusun sitokrom dan klorofil. Kadar besi yang berlebihan selain dapat mengakibatkan timbulnya warna merah juga dapat mengakibatkan karat pada peralatan yang terbuat dari logam. Pada tumbuhan, besi berperan dalam sistem enzim dan transfer elektron pada proses fotosintesis. Namun, kadar besi yang berlebihan dapat menghambat fiksasi unsur lainnya.

Unsur besi (Fe) terdapat pada hampir semua air tanah. Air tanah umumnya mempunyai konsentrasi karbon dioksida yang tinggi dan mempunyai konsentrasi

oksigen terlarut yang rendah. Kondisi ini menyebabkan konsentrasi besi (Fe) yang tidak terlarut menjadi besi tereduksi (yang larut) dalam bentuk ion bervalensi dua (Fe^{2+}). Selain itu, besi juga ditemukan pada air tanah yang mengandung asam. Asam tersebut berasal dari humus yang mengalami penguraian dari tanaman yang bereaksi dengan unsur besi untuk membentuk ikatan kompleks organik. Konsentrasi besi pada air tanah bervariasi mulai dari 0,01 mg/l sampai dengan 25 mg/l.

Proses penghilangan besi pada prinsipnya adalah proses oksidasi, yaitu menaikkan tingkat oksidasi oleh suatu oksidator dengan tujuan merubah bentuk besi terlarut menjadi bentuk besi tidak larut (endapan). Endapan yang terbentuk dapat dihilangkan dengan proses sedimentasi dan atau filtrasi (Mahyudi, 2010).

2.2.2.7 Nilai Keasaman (pH)

Umumnya air yang normal memiliki pH sekitar netral, berkisar antara 6 - 8. Air limbah ataupun air yang tercemar memiliki pH cenderung basa, tergantung dari jenis limbah dan komponen pencemarannya.

2.2.3 Kualitas Air di Tinjau dari Parameter Fisika

2.2.3.1. Total Suspended Solid (TSS) / Residu Tersuspensi

Total suspended solid atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal $2\mu\text{m}$ atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan (turbidity) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan. Sehingga nilai kekeruhan tidak dapat dikonversi ke nilai TSS.

2.2.3.2. Total Dissolve Solid (TDS) / Residu Terlarut

Total Dissolve Solid (TDS) yaitu ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik) yang terdapat pada sebuah larutan. TDS menggambarkan jumlah

zat terlarut dalam *part per million* (ppm) atau sama dengan milligram per liter (mg/L). Umumnya berdasarkan definisi diatas seharusnya zat yang terlarut dalam air (larutan) harus dapat melewati saringan yang berdiameter 2 micrometer (2×10^{-6} meter).

Total padatan terlarut dapat pula merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Analisa total padatan terlarut merupakan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, tetapi tidak menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Selain itu, pengujian tidak memberikan wawasan dalam masalah kualitas air yang spesifik. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut digunakan sebagai uji indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut.

Sumber utama untuk TDS dalam perairan adalah limbah dari pertanian, limbah rumah tangga, dan industri. Unsur kimia yang paling umum adalah kalsium, fosfat, nitrat, natrium, kalium dan klorida. Bahan kimia dapat berupa kation, anion, molekul atau aglomerasi dari ribuan molekul. Kandungan TDS yang berbahaya adalah pestisida yang timbul dari aliran permukaan. Beberapa padatan total terlarut alami berasal dari pelapukan dan pelarutan batu dan tanah. Batas ambang dari TDS yang diperbolehkan di sungai adalah 1000mg/L. Ada dua metode yang sering digunakan dalam pengukuran TDS, yaitu: metode Gravimetri dan Metode Electrical Conductivity.

2.2.3.3 Temperatur

Kenaikan temperatur air tersebut akan mengakibatkan menurunnya oksigen terlarut didalam air, meningkatnya kecepatan reaksi kimia, terganggunya kehidupan ikan dan hewan air lainnya. Naiknya temperatur air yang relatif tinggi seringkali ditandai dengan munculnya ikan-ikan dan hewan air lainnya ke permukaan air pada temperatur normal, lama kelamaan dapat menyebabkan kematian pada ikan dan hewan lainnya.

2.3 Kualitas Air Wudhu

Wudhu merupakan salah satu ibadah bagi umat Islam. Secara bahasa, wudhu berasal dari kata *Al-Wadha'ah*, yang mempunyai arti kebersihan dan kecerahan. Sedangkan menurut istilah, wudhu adalah menggunakan air untuk anggota-anggota tubuh tertentu (yaitu wajah, dua tangan, kepala dan dua kaki) untuk menghilangkan hal-hal yang dapat menghalangi seseorang untuk melaksanakan shalat atau ibadah yang lain. Adapun dalil wajibnya wudhu adalah firman Allah:

“Hai orang-orang yang beriman, apabila kamu hendak mengerjakan shalat, maka basuhlah mukamu dan tanganmu sampai dengan siku, dan sapulah kepalamu dan (basuh) kakimu sampai dengan kedua mata kaki,” (Q.S. Al-Maidah:6).

Air yang digunakan untuk berwudhu tidak sembarangan ada syarat-syarat tertentu yang memperbolehkannya untuk digunakan.

2.3.1 Klasifikasi Air Menurut Hukum Islam

Menurut hukum atau fiqih Islam air dapat dibagi kedalam empat kelompok sebagai berikut:

1. Air yang suci dan mensucikan

Air yang suci dan mensucikan boleh diminum dan sah dipakai untuk mensucikan benda yang lain. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah: air hujan, air laut, air sumur, air es, air embun, dan air yang keluar dari mata air. Selain yang disebutkan di atas, air yang mengalami perubahan sebagai berikut masih bersifat suci dan mensucikan (sah untuk berwudhu):

- a. Berubah karena tempatnya, seperti air yang tergenang atau mengalir di batu belerang.
- b. Berubah karena sesuatu yang terjadi padanya seperti air kolam.
- c. Berubah karena tanah yang suci, begitu juga segala perubahan yang sukar untuk menghindarinya, misalnya perubahan karena dedaunan yang jatuh di atasnya atau di dekat tempat tersebut.

2. Air yang suci tetapi tidak mensucikan

Air ini zatnya suci tetapi tidak sah untuk mensucikan sesuatu. Yang termasuk ke dalam jenis air ini adalah:

- a. Air yang telah berubah salah satu sifatnya (wama, rasa dan baunya) karena bercampur dengan suatu benda yang suci, selain dari perubahan yang diijinkan di atas, seperti air kopi dan air teh.
- b. Air yang sedikit yaitu kurang dari dua *kullah* (minimal 270 liter), sudah terpakai untuk menghilangkan hadas hukumnya najis untuk berwudhu, meskipun air tersebut tidak berubah sifatnya namun tidak bertambah jumlahnya.
- c. Air pepohonan atau air buah-buahan seperti air nira dan air kelapa.

3. Air yang bernajis

Air yang termasuk dalam bagian ini adalah:

- a. Air yang telah berubah salah satu sifatnya oleh najis, air ini tidak dapat digunakan lagi walaupun jumlahnya sedikit atau banyak sebab hukumnya seperti najis.
- b. Air bernajis tetapi tidak berubah salah satu sifatnya. Apabila air ini jumlahnya kurang dari dua *kullah* (minimal 270 liter) tidak boleh dipakai lagi karena hukumnya menjadi najis, tetapi apabila jumlahnya lebih dari dua *kullah* maka sifatnya suci dan dapat mensucikan.

4. Air yang makruh

Air makruh yaitu air yang terjemur matahari dalam bejana emas, perak atau bejana lain yang memungkinkan terjadi karat. Air ini makruh untuk badan tetapi tidak untuk pakaian, tetapi air yang terjemur di tanah seperti air sawah atau air kolam dapat digunakan untuk bersuci.

2.3.2 Hukum Air Daur Ulang Untuk Berwudhu

Menurut Fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) Nomor 2 Tahun 2010 tentang Air Daur Ulang, yang dimaksud dengan air daur ulang adalah air hasil olahan (rekayasa teknologi) dari air yang telah digunakan (*musta'mal*), terkena najis (*mustanajjis*) atau yang telah berubah salah satu sifatnya (*mutaghayyir*) sehingga

dapat dimanfaatkan kembali. Menurut fatwa ini juga, air daur ulang termasuk air yang suci mensucikan (*thahir muthahhir*) sepanjang diproses sesuai ketentuan fiqih sebagai berikut:

- a. ***Thariqat an-Nazh***, yaitu dengan cara menguras air yang terkena najis atau yang telah berubah sifatnya tersebut; sehingga yang tersisa tinggal air yang aman dari najis dan tidak berubah salah satu sifatnya.
- b. ***Thariqah al-Mukatsarah***, yaitu dengan cara menambahkan air suci lagi mensucikan (*thahir muthahhir*) pada air yang terkena najis (*mutanajjis*) atau yang berubah (*mutaghayyir*) tersebut hingga mencapai volume paling kurang dua *kullah* (air dengan volume minimal 270 liter); serta unsur najis dan semua sifat yang menyebabkan air itu berubah menjadi hilang.
- c. ***Thariqah Taghyir***, yaitu dengan cara mengubah air yang terkena najis atau yang telah berubah sifatnya tersebut dengan menggunakan alat bantu yang dapat mengembalikan sifat-sifat asli air itu menjadi suci lagi mensucikan (*thahir muthahhir*), dengan syarat:
 - 1) Volume airnya lebih dari dua *kullah*.
 - 2) Alat bantu yang digunakan harus suci.

Air daur ulang boleh dipergunakan untuk berwudhu, mandi, mensucikan najis dan istinja', serta halal diminum, digunakan untuk memasak dan untuk kepentingan lainnya, selama tidak membahayakan kesehatan.

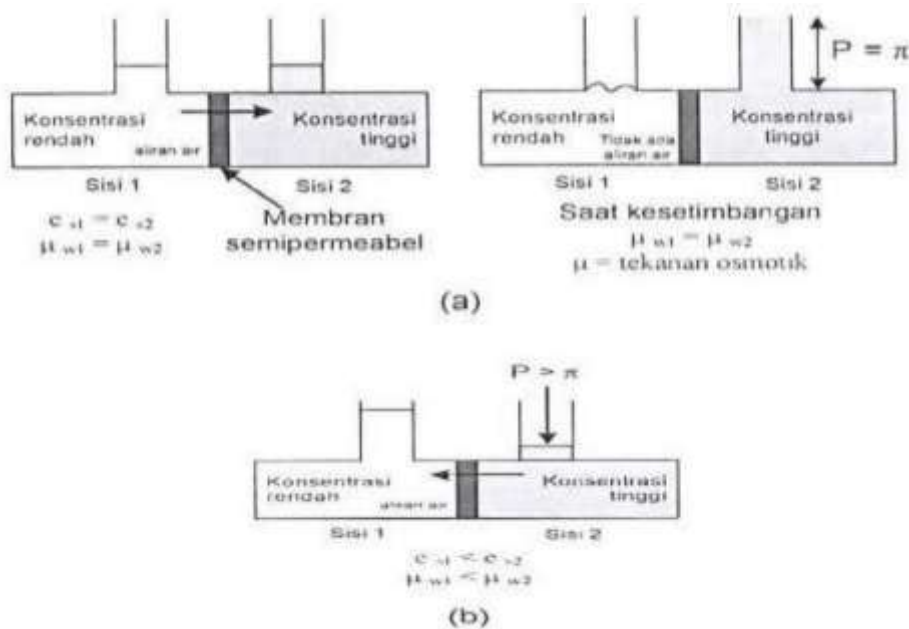
2.4 Reverse Osmosis

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 1.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 1.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).



Gambar 1. 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).

Secara empirik, laju perpindahan air melalui membrane semipermeabel dalam proses reverse osmosis dapat dinyatakan dengan hubungan berikut:

$$J_{air} = W (P - \pi) \quad (1)$$

Keterangan:

J_{air} : fluks air melalui membran RO,

W : permeabilitas membran RO,

P : tekanan hidrostatik,

π : tekanan osmosis.

Besarnya tekanan osmosis, π , berbanding lurus dengan konsentrasi garamnya. Sementara itu, laju perpindahan zat terlarut (solute) berbanding lurus dengan gradien konsentrasi melintasi membrane (yaitu perbedaan konsentrasi antara sisi umpan dan sisi permeat):

$$J_{solut} = K(C_f - C_p) \quad (2)$$

Keterangan:

C_p : konsentrasi solute di permeat

C_f : konsentrasi solute di umpan

J_{solut} : fluks zat terlarut (garam) melalui membran RO,

K : konstanta yang ditentukan oleh material dan ketebalan membran.

Persamaan (1) dan (2) menunjukkan bahwa laju perpindahan air merupakan fungsi tekanan operasi, sedangkan laju perpindahan garam tidak. Oleh karena itu, penurunan konsentrasi garam pada konsentrat dan peningkatan tekanan operasi akan meningkatkan kemurnian permeat (Widiyasa dan Wenten, 2008).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan di laboratorium Universitas Bakrie dan laboratorium Universitas Trisakti. Sampling air untuk berwudhu dilakukan di Mushola Universitas Bakrie, Masjid Az-Zikra Sentul, Masjid Al-Bakrie dan Masjid Menteng Atas yang menggunakan sumur dangkal sebagai sumber air bersih. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari 2015 sampai dengan Juli 2015.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat *reverse osmosis* (RO) yang ditunjukkan oleh **Gambar 2**.

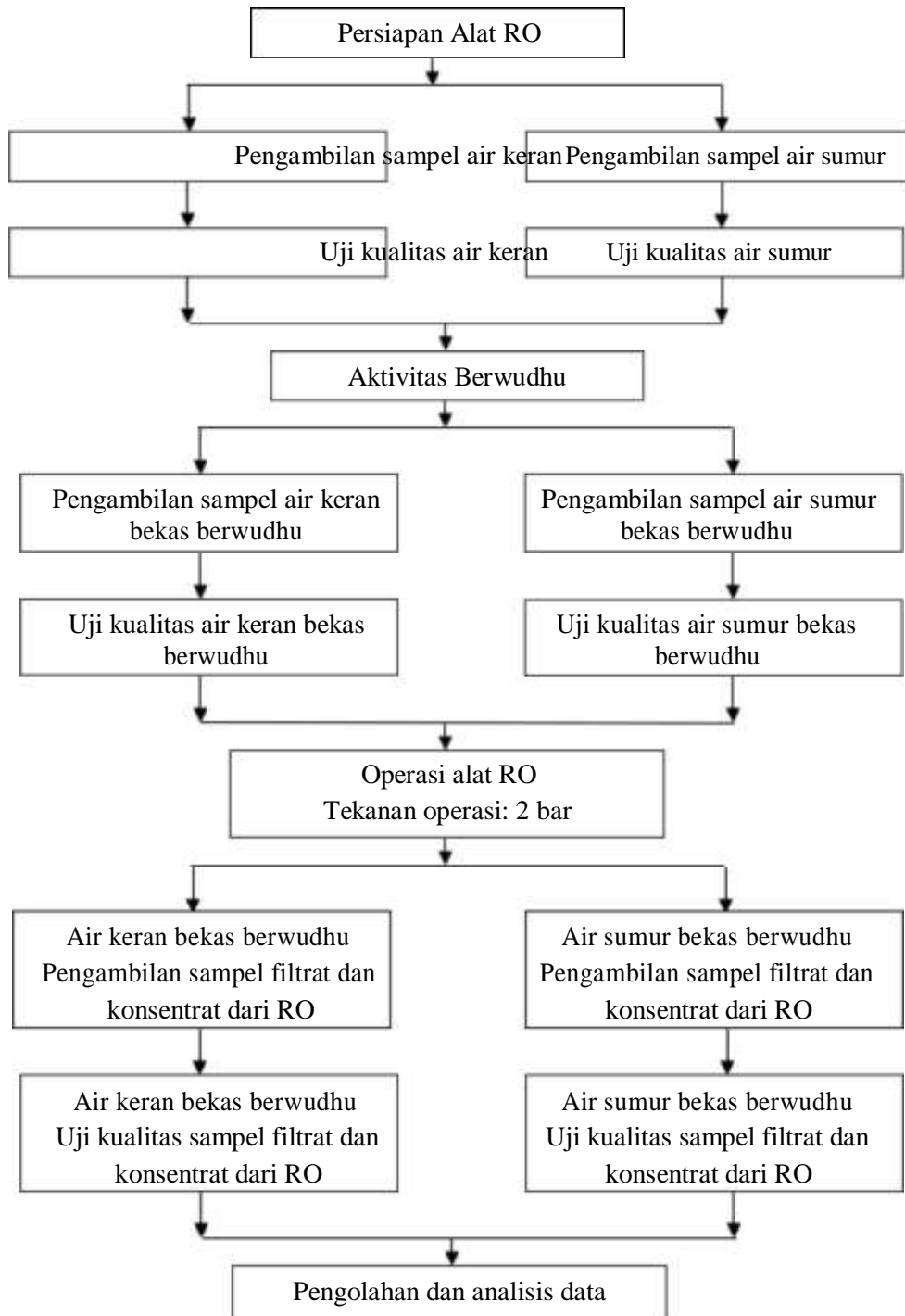


Gambar 2. Seperangkat alat RO yang digunakan dari beberapa sisi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air keran yang digunakan untuk berwudhu di Mushala Universitas Bakrie, yang berasal dari PAM, dan air sumur yang digunakan untuk berwudhu di Masjid Az-Zikra Sentul, Masjid Al-Bakrie dan Masjid Menteng Atas.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Tahap-tahap penelitian mengikuti diagram alir pada **Gambar 3** berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Persiapan Alat RO

Sebelum pengoperasian alat RO dengan menggunakan sampel air bekas berwudhu, perlu dilakukan sejumlah persiapan alat, yaitu dengan pencucian alat. Pencucian RO dengan dengan pengaliran air keran dalam waktu tertentu. Tujuan dari pencucian ini adalah untuk membersihkan dan melarutkan komponen terlarut dalam air yang menempel pada filter. Apabila fluks stabil terhadap waktu yang telah ditentukan saat pengaliran air keran, alat RO siap untuk digunakan dalam penelitian.

3.3.2 Pengambilan dan Pengujian Sampel

Pengambilan sampel dan pengujian dilakukan dengan metode *grab sample* dengan dua kali ulangan (duplo) dalam 3 tahap, yaitu:

1. Sampling air yang berasal dari sumber air yang akan digunakan untuk berwudhu yang terdiri dari air PAM dan air sumur;
2. Sampling air setelah digunakan untuk berwudhu;
3. Sampling air bekas berwudhu setelah diolah menggunakan alat RO.

Pengambilan data berupa hasil pengukuran beberapa parameter uji air bersih menurut Baku Mutu air kelas I Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, yaitu parameter uji BOD, COD, DO, minyak lemak, Besi (Fe), Mangan (Mn), Total Suspended Solid (TSS), Total Dissolve Solid (TDS), nitrit, nitrat, pH dan Total coliform. Metode pengukuran parameter ditunjukkan oleh **Tabel 4**.

Tabel 4. Metode Pengukuran Parameter

No	Parameter	Alat
1.	COD	Tabung COD mikro, HACH <i>heating block</i>
2.	BOD	Botol Winkler
3.	pH	pH meter
4.	Temperatur	Termometer air raksa
5.	Nitrit	Spektrofotometer
6.	Nitrat	Spektrofotometer
7.	Total Coliform	Media & seperangkat alat uji MPN
8.	Besi	Spektrofotometer
9.	Mangan	Spektrofotometer
10.	TSS	Oven 105 ^o , cawan petri
11.	TDS	Oven 105 ^o , cawan petri
12.	Dissolved Oxygen	Tabung Winkler

3.3.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap masing-masing parameter uji kualitas air, dengan membandingkan hasil analisa dengan Baku Mutu air kelas I Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Air Untuk Berwudhu

Sampel air untuk berwudhu yang digunakan pada penelitian ini berasal dari empat lokasi, yaitu Musholla Universitas Bakrie (UB), Masjid Az-Zikra Sentul (ZA), Masjid Menteng Atas (MA) dan Masjid Al Bakrie (BA). Air untuk berwudhu di Musholla UB berasal dari PAM, sedangkan air untuk berwudhu di Masjid Az-Zikra dan Masjid Menteng Atas berasal dari air tanah. Masjid Al Bakrie (BA) memiliki dua sumber air, PAM dan air tanah. Namun, pada penelitian ini, sampel air untuk berwudhu yang diambil berasal dari air tanah karena menurut informasi jamaahnya bahwa air tanah tersebut kadang berbau. Kualitas air untuk berwudhu pada setiap lokasi penelitian disajikan pada **Tabel 5**. Kualitas air tersebut dibandingkan dengan baku mutu kualitas air pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Kelas I Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Tabel 5. Kualitas Air Untuk Berwudhu

Parameter	Satuan	PAM	AIR SUMUR			Baku Mutu Kelas I (*)
		UB	ZA	MA	BA	
Temperatur	°C	22,5	28	23,2	23,2	deviasi 3°C dari suhu alamiah
TDS	mg/L	274,8	138,3	408,8	188,2	1000
TSS	mg/L	1,9	0,6	2,4	0,4	50
pH		7,35	7,54	6,81	6,95	6 s.d 9
BOD	mg/L	0,71	2,37	3,46	3,1	2
COD	mg/L	12,64	15,2	14,08	42,24	10
DO	mg/L	9,65	7,6	4,9	4,4	6 (**)
Nitrit	mg/L N	0,07	0	0,02	0	0,06
Nitrat	mg/L N	0,17	0,14	0,2	0,22	10
Besi	mg/L	<0,01	0	0	0	0,3
Mangan	mg/L	0	0	0	0	0,1
MPN	jml/100 mL	150	3	-	18	1000

Keterangan:

(*) Baku Mutu = PP 82 Tahun 2001 Kelas I Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

(**) Nilai minimum

Dari **Tabel 5** terlihat bahwa 9 dari 12 parameter air untuk berwudhu untuk semua lokasi penelitian memenuhi baku mutu. Parameter-parameter tersebut adalah

temperatur, residu terlarut (TDS), residu tersuspensi (TSS), pH, nitrat, besi, mangan dan total coliform (MPN). Sedangkan parameter yang tidak memenuhi baku mutu yang terdiri dari Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Dissolved Oxygen (DO) dan nitrit.

Biological Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand dan Dissolved Oxygen secara luas telah digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran pada air (Sawyer et al, 1994). Konsentrasi COD air untuk berwudhu di Musholla UB, Masjid Az-Zikra, Masjid Al Menteng Atas dan Masjid Al-Bakrie masing-masing secara berurutan sebesar 12,64 mg/L, 15,2 mg/L, 14,08 mg/L dan 42,24 mg/L. Apabila dibandingkan dengan baku mutu COD sebesar 10 mg/L, air dari keempat lokasi tersebut tidak memenuhi baku mutu. Konsentrasi COD terendah terdapat pada air untuk berwudhu di Musholla UB. Sementara itu konsentrasi COD tertinggi dari semua sampel air untuk berwudhu yaitu berasal dari Masjid Al-Bakrie. Hal ini dapat menggambarkan bahwa air untuk berwudhu yang berasal dari PAM memiliki konsentrasi COD yang lebih rendah dibandingkan air untuk berwudhu yang berasal dari air tanah. Sementara itu, konsentrasi COD yang cukup tinggi pada air untuk berwudhu di Masjid Al Bakrie mengindikasikan air tanah di daerah Masjid Al-Bakrie mempunyai kualitas yang kurang baik yang menandakan adanya pencemaran air tanah di daerah Masjid Al Bakrie. Pencemaran air tanah sekitar lokasi Masjid Al Bakrie bisa terjadi dikarenakan lokasinya perdekatan dengan Pasar dan tempat pembuangan sampah sementara (TPS) yang berjarak kira-kira 300 m dari masjid, sehingga memungkinkan terjadinya pencemaran limbah domestik pada air tanah daerah tersebut.

Konsentrasi BOD pada air untuk berwudhu di Musholla UB, Masjid Az-Zikra, Masjid Menteng Atas dan Masjid Al-Bakrie adalah secara berurutan 0,71 mg/L, 2,37 mg/L, 3,46 mg/L dan 3,1 mg/L. Apabila dibandingkan dengan baku mutu BOD sebesar 2 mg/L, hanya air untuk berwudhu di Musholla UB yang memenuhi baku mutu. Fenomena ini cukup berbeda dengan konsentrasi COD seperti tertera Pada **Tabel 5** terlihat bahwa tidak ada satupun sampel air untuk berwudhu yang memenuhi baku mutu COD. Menurut Sawyer (1994), BOD menggambarkan oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi senyawa organik yang *bio-degradable*, sedangkan COD menggambarkan oksigen untuk mendegradasi hampir seluruh

senyawa organik yang berada di dalam air. Berdasarkan pernyataan tersebut, bisa dikatakan senyawa organik dalam air untuk berwudhu di sebagian besar sampel, terutama sampel air untuk berwudhu di Musholla UB, kurang *bio-degradable*. Selain itu, air untuk berwudhu di Musholla UB yang berasal dari PAM juga memiliki konsentrasi BOD yang paling kecil dibandingkan air untuk berwudhu di Masjid lain yang berasal dari air tanah. Tren ini sejalan dengan tren konsentrasi COD pada penelitian ini.

Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut yang digambarkan oleh parameter DO pada air untuk berwudhu di Musholla UB, Masjid Az-Zikra, Masjid Menteng Atas dan di Masjid Al-Bakrie masing-masing secara berurutan sebesar 9,65 mg/L, 7,6 mg/L, 4,9 mg/L dan 4,4 mg/L. Berdasarkan baku mutu, konsentrasi DO di dalam air minimum 6 mg/L. Oleh karena itu, hanya air untuk berwudhu di Musholla UB dan air untuk berwudhu di Masjid Az-Zikra yang memenuhi baku mutu tersebut, sedangkan air untuk berwudhu di Masjid Menteng Atas dan Masjid Al-Bakrie memiliki kandungan oksigen terlarut yang cukup rendah untuk standar air bersih pada umumnya. Pada air bersih, oksigen terlarut tipikal sebesar 7 mg/L (pada suhu 35^oC dan tekanan 1 atm) sampai dengan 14,6 mg/L (pada suhu 0^oC) (Sawyer, 1994).

Untuk parameter nitrit, pada **Tabel 5** terlihat hanya air untuk berwudhu di Musholla UB yang tidak memenuhi baku mutu, yaitu sebesar 0,07 mg/L. Air untuk berwudhu pada Musholla UB berasal dari air PAM. Berdasarkan dokumen WHO (2011), nitrit dapat terbentuk secara kimiawi pada pipa distribusi air minum oleh bakteri *Nitrosomonas* pada air yang mengandung nitrat, pada pipa baja galvanis pada air dengan kadar oksigen yang rendah dan saat proses klorinasi untuk menyediakan sisa klor tidak cukup terkontrol.

Berdasarkan pemaparan di atas, terlihat bahwa secara umum air untuk berwudhu di Musholla UB memiliki kualitas air yang paling baik dibandingkan air untuk berwudhu di Masjid Az-Zikra, Masjid Menteng Atas dan Masjid Al-Bakrie. Sehingga dapat diketahui bahwa kualitas air untuk berwudhu yang berasal dari PAM memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan air untuk berwudhu yang berasal dari air tanah. Hal ini wajar terjadi karena air untuk berwudhu yang berasal dari PAM telah mengalami proses pengolahan air terlebih dahulu di Instalasi Pengolahan Air

Minum (IPAM), sedangkan air untuk berwudhu yang berasal dari air tanah tidak mengalami proses pengolahan.

4.2 Kualitas Air Bekas Berwudhu

Pengambilan sampel air bekas berwudhu dilakukan di dua lokasi, yaitu: Musholla Universitas Bakrie (UB) dengan sumber air PAM dan Masjid Az-Zikra dengan sumber air tanah. Kualitas air bekas berwudhu pada setiap lokasi penelitian disajikan pada **Tabel 6** berikut:

Tabel 6. Kualitas Air Bekas Berwudhu

Parameter	Satuan	Univ. Bakrie		AZ-ZIKRA		Baku Mutu Kelas I (*)
		Awal	Bekas	Awal	Bekas	
Temperatur	°C	22,5	22	28	28.1	deviasi 3°C dari suhu alamiah
TDS	mg/L	274,8	325.3	138,3	150.5	1000
TSS	mg/L	1,9	8.95	0,6	3.1	50
pH		7,35	7.32	7,54	7.73	6 s.d 9
BOD	mg/L	0,71	13.35	2,37	3.59	2
COD	mg/L	12,64	56.2	15,2	53.34	10
DO	mg/L	9,65	9.2	7,6	6.2	6 (**)
Nitrit	mg/L	0,07	0.16	0	0.02	0,06
Nitrat	mg/L	0,17	0.19	0,14	0	10
Besi	mg/L	<0,01	0.01	0	0	0,3
Mangan	mg/L	0	<0.01	0	<0.01	0,1
Total Coliform	Jml/100 mL	150	460	3	75	1000

Keterangan:

(*) PP 82 Tahun 2001: Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (**)

Nilai minimum

Dari **Tabel 6** diketahui bahwa parameter uji air bekas berwudhu di kedua lokasi penelitian sebagian besar masih memenuhi baku mutu kualitas air bersih yang tercantum pada Peraturan Pemerintah Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Parameter-parameter tersebut adalah temperatur, residu terlarut (TDS), residu tersuspensi (TSS), pH, nitrit kecuali konsentrasi nitrit di air wudhu dan air bekas wudhu di mushola Bakrie, nitrat, besi, mangan dan total coliform (MPN). Sementara itu, parameter yang tidak memenuhi baku mutu yaitu

Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan nitrit. Khusus nitrit, konsentrasi yang melebihi baku mutu adalah air bekas berwudhu dari Mushola Bakrie.

Tingginya konsentrasi BOD, COD dan Nitrit pada air bekas wudhu yang melebihi baku mutu merupakan suatu hal yang wajar karena konsentrasi awal parameter tersebut di air untuk wudhu telah melebihi baku mutu. Bila dibandingkan dengan penelitian Prathapar *et. al.* (2006), mengenai Desain, Konstruksi dan Evaluasi pengolahan air bekas wudhu, dengan konsentrasi BOD: 24,7 mg/L dan COD: 120.1 mg/L maka konsentrasi BOD dan COD air bekas berwudhu pada penelitian ini lebih kecil.

Apabila air bekas wudhu tersebut akan digunakan kembali untuk berwudhu maka perlu ada upaya mereduksi lebih lanjut parameter-parameter yang melebihi baku mutu air bersih tersebut. Pada penelitian ini telah digunakan alat Reverse Osmosis (RO) untuk mengurangi konsentrasi parameter-parameter tersebut, dan hasil penelitian menggunakan RO akan dibahas lebih lanjut pada sub bab 4.3. Permurnian Air Dengan Reverse Osmosis.

Secara umum air untuk berwudhu di kedua lokasi penelitian dan air bekas wudhu dari kedua lokasi tersebut tidak jauh berbeda kualitasnya dan telah terjadi peningkatan konsentrasi untuk beberapa parameter uji pada air bekas wudhu. Pembahasan lebih rinci lagi mengenai masing-masing parameter uji akan dibahas pada sub bab 4.3.

4.3 Penjernihan Air Bekas Wudhu Menggunakan Reverse Osmosis

Kualitas air bekas berwudhu pertama yaitu air wudhu yang langsung ditampung dan dijernihkan menggunakan RO dan kualitas air bekas wudhu kedua yaitu air bekas yang ditampung pada tangki penampungan air limbah terlebih dahulu, disajikan pada **Tabel 7** berikut :

Tabel 7. Kualitas Air Bekas Berwudhu Setelah Proses Reverse Osmosis

Parameter	UB			Efisiensi UB	Adz-Dzikra (Z)			Efisiensi Z	Tangki Air Wudhu (ZZ)			Efisiensi ZZ	Baku Mutu
	B	F	R		B	F	R		B	F	R		
	mg/L			%	mg/L			%	mg/L			%	mg/L
TDS	325,3	34,6	379,2	89,4	150,5	0,5	275,1	99,7	231	34,4	381,3	85,1	1000

Parameter	UB			Efisiensi UB	Adz-Dzikra (Z)			Efisiensi Z	Tangki Air Wudhu (ZZ)			Efisiensi ZZ	Baku Mutu
	B	F	R		B	F	R		B	F	R		
	mg/L			%	mg/L			%	mg/L			%	mg/L
TSS	8,95	0,4	8,6	95,5	3,1	0	1,3	100	3,2	0,6	8,4	81,25	50
BOD	13,35	7,9	8,5	40,8	3,59	1,73	5,73	51,4	73,1	11,01	10,19	84,9	2
COD	56,2	43,59	62,62	22,4	53,34	22,88	38,16	57,1	28,16	28,16	50,4	0	10
DO	9,2	9,25	9,6	0,5	6,2	5,95	4,35	-4,0	2,9	3,4	3,1	17,2	6 (*)
Nitrit	0,16	0,02	0,17	88,0	0,02	0,01	0,02	33,3	0,02	0,02	0,02	0	0,06
Nitrat	0,19	0,06	0,19	66,3	0,00	0,11	0,09	-11,0	0,16	0,22	0,05	-37,5	10
Besi	0,01	0,01	0,02	0,0	0	0	0,01	0,0	0	0	0	0	0,3
Mangan	0,009	0	0	100,0	0,009	0	0,009	100,0	0	0,009	0,009	-0,9	0,1
Total Coliform	460	0	240	100	75	3	14	96	1100	-	-	0	1000(**)

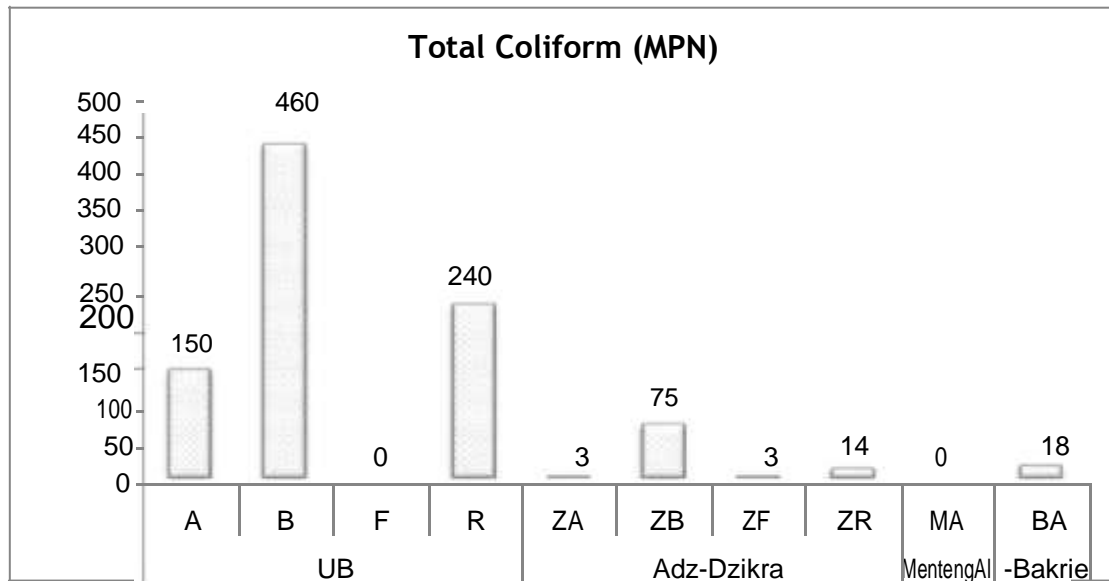
Catatan: B = air sisa berwudhu, F = air filtrat hasil olahan Reverse Osmosis, R = air retentat/ sisa olahan Reverse Osmosis

Dari **Tabel 7** diketahui bahwa parameter uji air bekas berwudhu setelah melalui proses penjerihan menggunakan RO terjadi penurunan konsentrasi pada masing-masing parameter. Penurunan konsentrasi tertinggi terjadi pada konsentrasi Total coliform, mangan, residu terlarut (TDS) dan residu tersuspensi (TSS) di masing-masing lokasi sampling dengan efisiensi masing-masing: 96-100% untuk total coliform, 100% untuk mangan, 85,1-99,7% untuk TDS dan 81,25-100% untuk TSS. Kualitas air bekas wudhu setelah melalui proses RO pada kedua lokasi penelitian sebagian besar masih memenuhi baku mutu kualitas air bersih setelah dibandingkan dengan baku mutu pada Peraturan Pemerintah Tahun 2001, kelas I Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kecuali untuk parameter BOD dan COD.

Pada penjelasan berikut akan terdapat beberapa kode sampel air yang menunjukkan jenis air dan lokasi. Kode A menunjukkan sampel air baku untuk berwudhu, B = air bekas, F = air filtrat hasil olahan Reverse Osmosis, dan R = air retentat/ sisa olahan Reverse Osmosis. Sementara itu lokasi sampling menggunakan kode UB untuk Universitas Bakrie, Z = Az-Zikra, M = Menteng Atas, dan B = Al Bakrie. Penjelasan lebih lanjut mengenai masing-masing parameter uji tersebut akan dijelaskan pada sub bab 4.3.1 sampai 4.3.5 berikut :

4.3.1 Total Coliform

Total Coliform merupakan parameter yang biasa digunakan sebagai indikator untuk mengetahui keberadaan bakteri pathogen di air. Total *Coliform* diukur dengan metoda MPN. Total *Coliform* di keempat lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 4** berikut:



Gambar 4. Total Coliform Pada Masing-Masing Sampel Uji

Dari **Gambar 4** terlihat bahwa Total *Coliform* pada sumber air wudhu setiap lokasi berbeda-beda nilainya, dan total *coliform* tertinggi terdapat pada sumber air wudhu di lokasi Universitas Bakrie yaitu: 150/100 ml, hal ini terjadi karena air PAM yang digunakan untuk berwudhu tersebut telah terkontaminasi limbah organik dari limbah domestik sekitar lokasi, yang juga ditandai dengan nilai BOD dan COD yang tinggi pula. Kualitas air dipengaruhi secara langsung ataupun tidak langsung oleh proses mikrobiologi, yang mentransformasikan zat-zat anorganik dan organik dalam air. Mikroorganisme menggunakan material terlarut atau yang tersuspensi dalam air untuk proses metabolismenya, dan kemudian mereka melepas kembali produk metaboliknya ke dalam air. Secara umum mikroorganisme patogen berperan sebagai indikator untuk mengetahui kualitas perairan. Bakteri patogen yang biasanya disebarkan melalui air adalah bakteri disentri, kholera dan tipus. Slamet (1994), menerangkan bahwa pada parameter mikrobiologis dalam pengujian kualitas air hanya mencantumkan *fecal coli* dan *total coliform*. Sebetulnya parameter ini hanya

merupakan indikator berbagai jenis mikroba yang dapat berupa parasit (protozoa, metazoan, tungau) bakteri patogen dan virus.

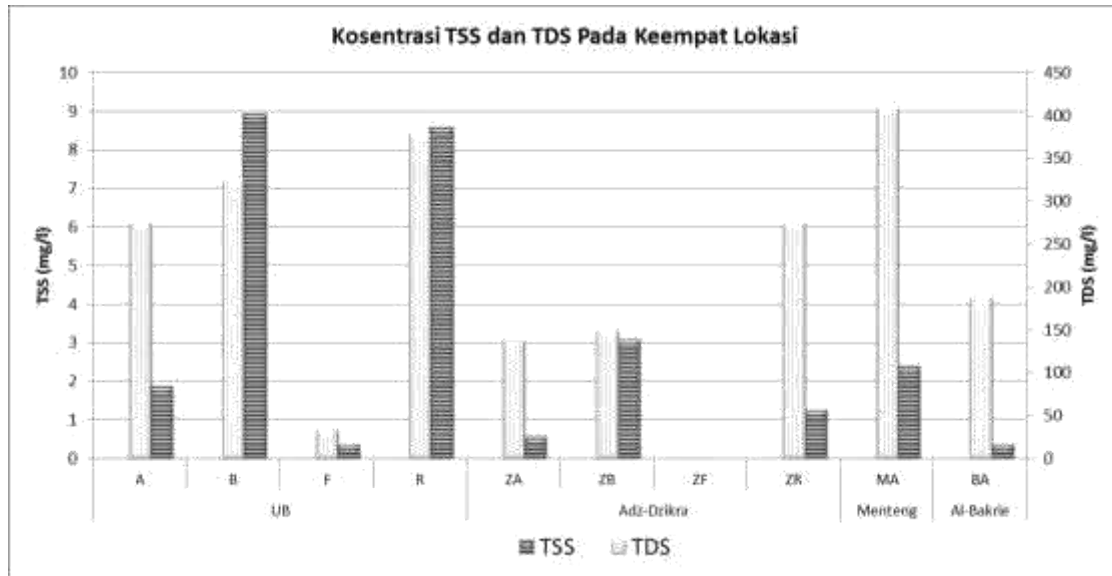
Kualitas mikrobiologis air baku wudhu yang berasal dari PAM dan air tanah/air sumur diketahui dengan perbedaan nilai MPN pada masing-masingnya. Air PAM yang di gunakan oleh Universitas Bakrie dengan nilai MPN tertinggi yaitu 150/100 ml sedangkan untuk air sumur yang digunakan oleh masjid Az-Zikra dan masjid Al Bakrie nilai nya jauh lebih rendah yaitu masing-masingnya secara berturut-turut sebagai berikut: 3/100 ml dan 18/100 ml, tingginya total coliform pada air PAM dibandingkan dengan air tanah kemungkinan besar dikarenakan selama pendistribusian air PAM tersebut telah mengalami kontaminasi yang berasal dari pipa-pipa distribusi, walaupun sebelumnya PAM telah melakukan proses desinfeksi dengan klorinasi untuk membunuh bakteri yang ada.

Efisiensi proses RO dalam penyisihan bakteri coliform sangat tinggi yaitu berkisar antara 96-100 %, dengan demikian dapat dikatakan bahwa proses RO sangat efektif digunakan untuk mendaur ulang air bekas wudhu.

Total *Coliform* pada semua lokasi penelitian masih berada di bawah baku mutu kualitas air pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dengan nilai ambang batas kualitas air kelas 1 yaitu MPN: 1000/100ml, sehingga dapat diketahui bahwa air wudhu dan air bekas wudhu pada semua lokasi penelitian masih tergolong kualitas air bersih yang masih layak untuk digunakan sebagai air baku air wudhu sebagaimana peruntukkan air Kelas I sebagai air baku untuk minum, ditinjau dari kualitas mikrobiologisnya.

4.3.2 Residu tersuspensi (TSS) dan Residu terlarut (TDS)

Residu tersuspensi (TSS) dan Residu terlarut (TDS) merupakan parameter yang sangat penting dalam analisis pencemaran air (Sawyer, 1994). Kedua parameter ini digunakan sebagai indikator pencemaran air oleh limbah organik atau limbah anorganik. Hasil pengukuran Konsentrasi Residu tersuspensi (TSS) dan Residu terlarut (TDS) pada masing-masing sampel penelitian disajikan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Konsentrasi TSS dan TDS Pada Masing-Masing Sampel

Dari **Gambar 5** dapat diketahui bahwa konsentrasi TSS bervariasi pada masing-masing sampel, konsentrasi TSS tertinggi terdapat pada sampel air bekas wudhu di mushola Universitas Bakrie yaitu 8.95 mg/L hal ini dikarenakan air bekas wudhu tersebut kemungkinan besar telah terkontaminasi senyawa organik seperti bakteri atau partikel-partikel lainnya dari aktifitas berwudhu tersebut. Nasution (2008), menerangkan bahwa TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya, tingginya nilai TSS ini juga sejalan dengan nilai MPN pada lokasi tersebut yang tinggi pula 460/100 ml.

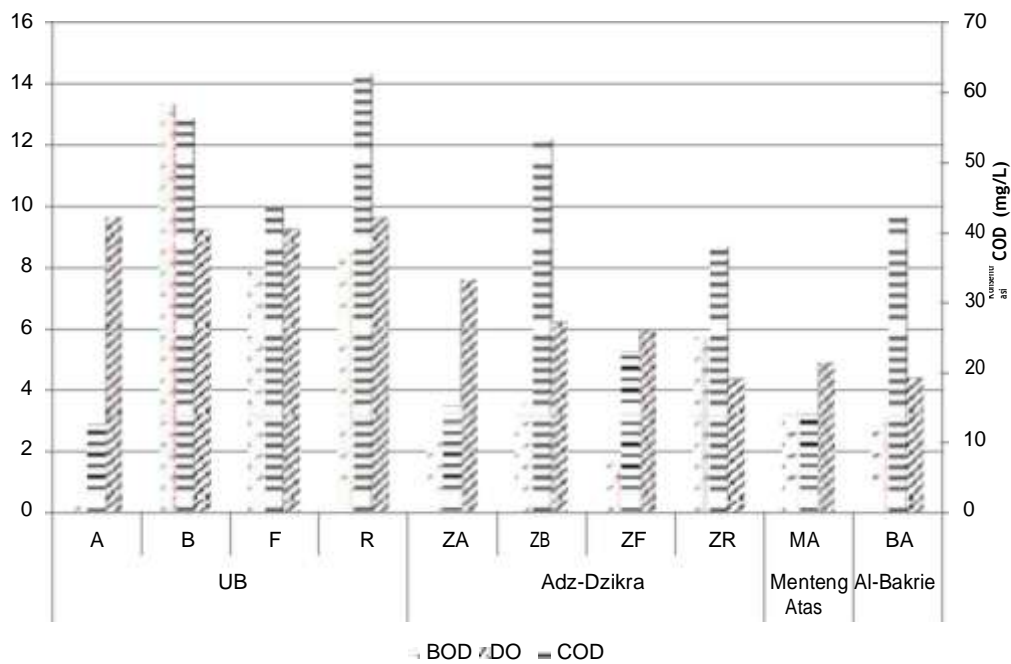
Sementara itu Total residu terlarut (TDS) yang tertinggi pada air bekas wudhu yaitu terdapat pada sampel yang berasal dari di mushola Universitas Bakrie yaitu 325,3 mg/L, tetapi konsentrasi TDS tersebut masih berada dibawah baku mutu kualitas air pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Kelas I Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Bila dibandingkan dengan air bekas wudhu yang berasal dari air tanah/air sumur maka air bekas wudhu dari mushola bakrie yang berasal dari PAM masih lebih tinggi. Hal ini diduga dapat dikarenakan air PAM tersebut telah tercemar limbah domestik dan diduga pula pada saat pengambilan sampel pengguna air wudhu tersebut jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan masjid Az-Zikra. Sumber utama untuk TDS dalam perairan adalah limpahan dari pertanian, limbah rumah tangga, dan industri. Unsur kimia yang

paling umum adalah kalsium, fosfat, nitrat, natrium, kalium dan klorida. Bahan kimia dapat berupa kation, anion, molekul atau aglomerasi dari ribuan molekul. Beberapa padatan total terlarut alami berasal dari pelapukan dan pelarutan batu dan tanah.

Efisiensi proses RO dalam penyisihan TSS dan TDS cukup tinggi yaitu masing-masing berkisar antara 81,25% - 100% untuk penyisihan TSS dan 85,1% - 99,7% untuk penyisihan TDS, dengan demikian dapat dikatakan bahwa proses RO sangat efektif digunakan untuk mendaur ulang air bekas wudhu yang dapat mengurangi konsentrasi TSS dan TDS air bekas wudhu tersebut.

4.3.3 BOD, COD dan DO

Konsentrasi BOD, COD dan DO pada masing-masing sampel penelitian disajikan pada **Gambar 6** berikut:



Gambar 6. Konsentrasi BOD, COD dan DO pada masing-masing sampel

Dari **Tabel 7** dan **Gambar 6**, terlihat bahwa setelah melalui proses pemurnian dengan Reverse Osmosis (RO), air bekas berwudhu dari Musholla UB mengalami peningkatan kualitas. Hal ini tergambar dari parameter COD yang

berhasil disisihkan sebesar 22,4 %. Di sisi lain, parameter BOD memiliki efisiensi penyisihan yang lebih baik dibandingkan parameter COD yaitu sebesar 40,8%.

Walaupun pada air bekas berwudhu dari Masjid Az-Zikra efisiensi penyisihan BOD sebesar 51,4 % tidak berbeda jauh dibandingkan penyisihan COD-nya yaitu sebesar 57,1%, tren yang sama terjadi pada air bekas berwudhu di tangki penampungan wudhu Masjid Az-Zikra. Efisiensi penyisihan BOD didapat sebesar 84,9 %, jauh lebih besar dibandingkan kondisi penyisihan COD sebesar 0% yang mengindikasikan tidak terjadi penyisihan COD sama sekali. Hal ini dapat menggambarkan bahwa RO yang digunakan dalam penelitian ini lebih baik dalam menyisihkan senyawa organik yang *bio-degradable* dibandingkan senyawa organik yang kurang *bio-biodegradable*, sejalan dengan dengan efisiensi penyisihan *total coliform* dalam parameter MPN yang berada di atas 95%.

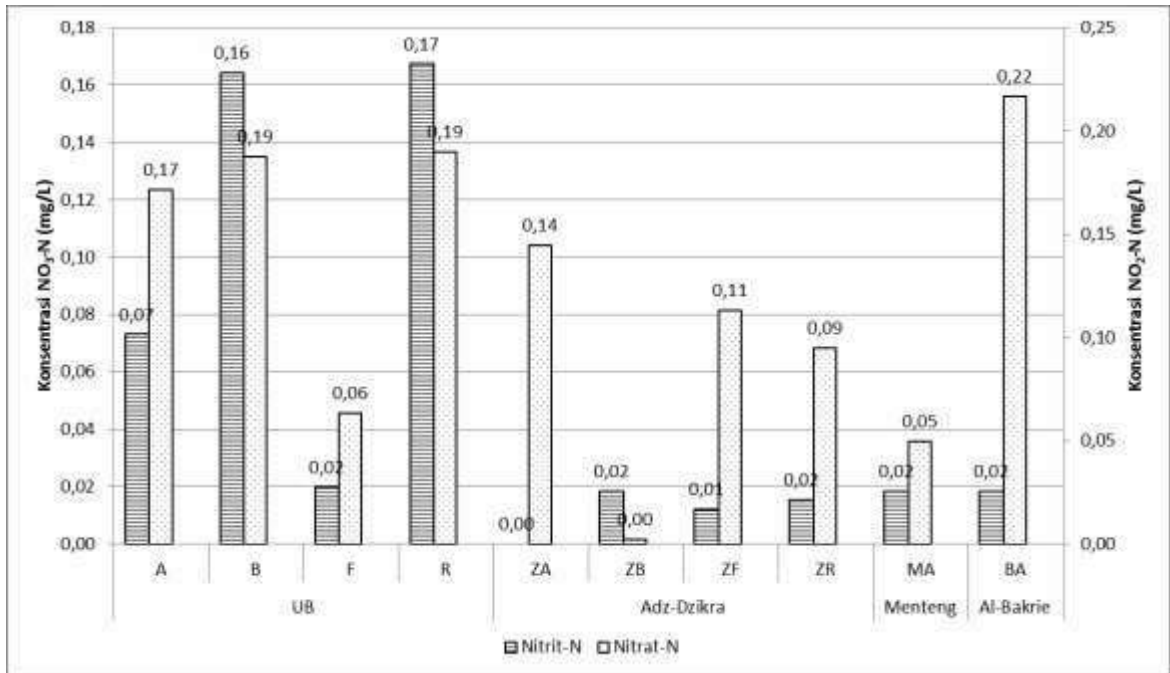
Penemuan ini sesuai kondisi di lapangan. Tangki penampungan air wudhu di Masjid Az-Zikra tidak hanya menampung air wudhu, tetapi juga air bekas cucian warga sekitar yang mencuci di area berwudhu. Kondisi ini berbeda dengan sampel air bekas berwudhu di Masjid Az-Zikra yang diambil langsung pada saat warga berwudhu di area berwudhu.

Dari **Tabel 7** dan **Gambar 6** juga terlihat bahwa setelah melalui pemurnian dengan RO, konsentrasi oksigen terlarut (DO) air bekas berwudhu mengalami peningkatan untuk sampel dari Musholla UB dan tangki penampungan air wudhu Masjid Az-Zikra, yaitu masing-masing sebesar 0,5 % dan 17,2 %. Akan tetapi, hanya filtrat RO dari air bekas berwudhu Musholla UB yang memiliki konsentrasi DO yang memenuhi baku mutu oksigen terlarut di atas 6 mg/L, yaitu sebesar 9,25 mg/L.

Apabila dibandingkan dengan performa RO dalam penyisihan COD dan BOD secara umum, Wachinski (2013) menyatakan RO dapat menyisihkan lebih dari 99% senyawa organik dan inorganik dalam air. Pernyataan ini didukung oleh penelitian pengolahan limbah rumah sakit dengan Ultra Filtrasi (UF) dan RO yang dilakukan oleh Jadhao *et al* (2012). Jadhao menemukan efisiensi penyisihan COD dan BOD dengan RO berada di atas 99.00%. Penelitian ini memiliki efisiensi penyisihan COD terbesar sebesar 57,1 % dan efisiensi penyisihan BOD terbesar sebesar 84,9 %. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa efisiensi penyisihan COD dan BOD pada penelitian ini tidak sebesar efisiensi penyisihan COD dan BOD tipikal oleh RO.

4.3.4 Konsentrasi Nitrit dan Nitrat

Konsentrasi Nitrit dan Nitrat pada masing-masing sampel penelitian disajikan pada **Gambar 7** berikut:



Gambar 7. Konsentrasi Nitrit dan Nitrat pada masing-masing sampel

Gambar 7 memperlihatkan konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ dan $\text{NO}_2\text{-N}$ pada empat jenis sumber air yang berbeda. Selain itu, **Gambar 7** juga memperlihatkan konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ dan $\text{NO}_2\text{-N}$ pada air sisa berwudhu.

Mushola Universitas Bakrie menggunakan air dari PAM. Masjid Az-Zikra, Masjid Menteng dan Masjid Al-Bakrie menggunakan air tanah (sumur). Penelitian ini menggunakan air berwudhu sebagai objek. Dalam tata cara berwudhu terdapat kegiatan berkumur-kumur. Karena berkontak dengan tubuh, maka air yang digunakan harus memenuhi baku mutu air baku kelas I. Kelas I adalah air yang peruntukannya digunakan untuk air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama. Konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ maksimal yang diperbolehkan untuk kelas I adalah sebesar 10 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$.

Dapat dilihat dari **Gambar 7**, keempat jenis air dari sumber yang berbeda memenuhi baku mutu konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$. Konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ pada air PAM UB, air

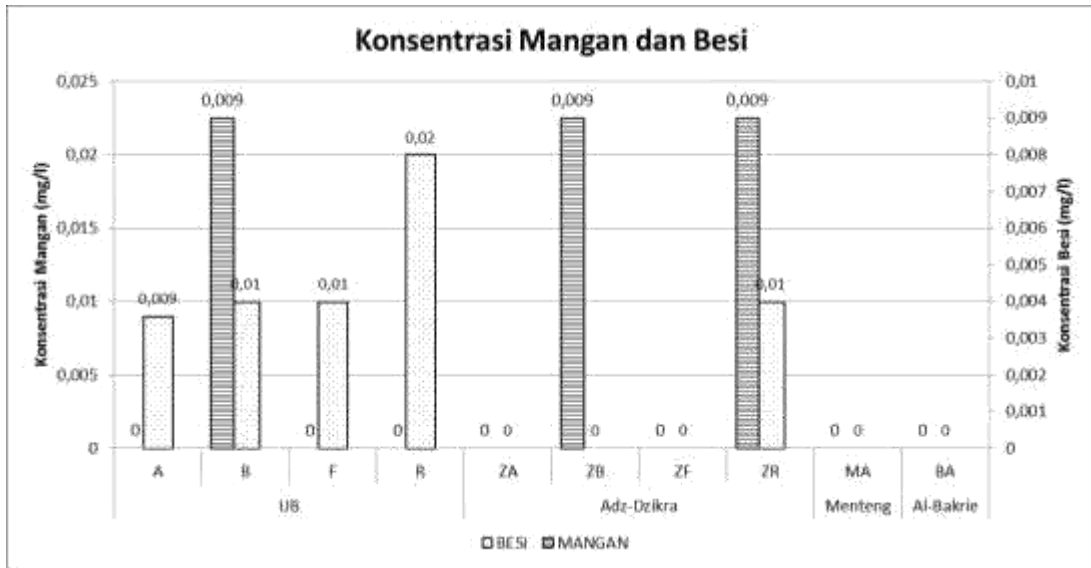
sumur Masjid Az-Zikra, Masjid Menteng dan Masjid Al-Bakrie masing-masing adalah sebesar 0,17 mg/L; 0,14 mg/L; 0,05 mg/L; dan 0,22 mg/L. Konsentrasi nitrat pada air minum penting untuk diperhatikan karena konsentrasi nitrat yang berlebihan pada air minum dapat menyebabkan penyakit, seperti methemoglobinemia pada bayi, kanker gasitris, diare dan kecacatan pada janin (Akiwumi, et. al, 2012; Kazmi, Syed Sabahat, Khan, Saadat Ali, 2005, EPA, 2010). Batas konsumsi maksimal/ *Acceptable Daily Intake (ADI)* untuk nitrat adalah 0-3,7 mg/kg-berat badan (EPA, 2010).

Gambar 7 juga menunjukkan konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ (Nitrit). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, baku mutu konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ untuk air baku air minum kelas I adalah sebesar 0,06 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$. Dapat dilihat pada **Gambar 7** bahwa konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ pada air baku PAM UB telah melewati baku mutu, yaitu sebesar 0,07 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$. Setelah digunakan berwudhu, konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ meningkat menjadi 0,16 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$. Penurunan konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ terjadi secara signifikan setelah diolah menggunakan RO menjadi sebesar 0,02 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$. Penurunan konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ yang terjadi sebesar 87,5%. $\text{NO}_2\text{-N}$ pada air adalah senyawa antara yang dapat berubah menjadi Nitrat atau senyawa oksidasi lainnya (WHO, 2011). $\text{NO}_2\text{-N}$ dapat terbentuk pada sistem distribusi perpipaan dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas* dan kehadiran oksigen yang terbatas di dalam perpipaan besi/ baja. $\text{NO}_2\text{-N}$ juga dapat terbentuk karena proses klorinasi yang meninggalkan klor sisa pada pipa dan prosesnya tidak terkontrol dengan baik (WHO, 2008; WHO 2011).

Konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ pada tiga air baku dari sumber lainnya, yaitu dari Masjid Az-Zikra, Masjid Al-Bakrie dan Masjid Menteng Atas memenuhi baku mutu air baku air minum kelas I yang telah ditetapkan. Demikian juga dengan konsentrasi $\text{NO}_2\text{-N}$ pada air sisa berwudhu, filtrat dan retentatnya. Keseluruhannya memenuhi baku mutu air baku air minum kelas I.

4.3.5 Konsentrasi Fe dan Mn

Konsentrasi Fe dan Mn pada masing-masing sampel penelitian disajikan pada **Gambar 8** berikut:



Gambar 8. Konsentrasi Mangan dan Besi pada masing-masing sampel

Gambar 8 menunjukkan nilai konsentrasi Mangan (Mn) dan Besi (Fe) dari empat jenis sumber air yang berbeda, yaitu air PAM UB, air tanah Masjid Az-Zikra, air tanah Masjid Menteng Atas dan air tanah Masjid Al-Bakrie.

Nilai baku mutu konsentrasi Mangan (Mn) untuk air baku air minum kelas I sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 adalah sebesar 0,1 mg/L. Konsentrasi Mn pada keempat jenis sumber air baku memenuhi baku mutu. Konsentrasi Mn pada air baku PAM UB, air tanah Masjid Az-Zikra, air tanah Masjid Menteng Atas dan air tanah Masjid Al-Bakrie adalah 0 mg/L. Walaupun begitu, konsentrasi Mn pada air PAM UB dan air tanah Masjid Az-Zikra meningkat sebesar 0,009 mg/L setelah air digunakan berwudhu.

Sedangkan nilai baku mutu konsentrasi Besi (Fe) untuk air baku air minum kelas I sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 adalah sebesar 0,3 mg/L. Seperti terlihat pada **Gambar 8**, konsentrasi Fe pada keempat jenis sumber air baku jauh di bawah baku mutu. Konsentrasi Fe pada air baku PAM UB, air tanah Masjid Az-Zikra, air tanah Masjid Menteng Atas dan air tanah Masjid Al-Bakrie adalah sebesar 0 mg/L. Kenaikan konsentrasi Fe terjadi setelah air PAM UB digunakan berwudhu. Kenaikan yang terjadi adalah sebesar 0,01 mg/L.

Tubuh manusia mengandung Mn dan Fe dan elemen mineral lainnya dalam konsentrasi tertentu. Mn dan Fe adalah elemen mineral yang penting pada tubuh manusia. Elemen mineral tersebut terdapat pada air liur, urin, air keringat, dan air susu ibu (Okade, et al., 2015; Ayodele et al., 2010).

4.4 Kualitas Filtrat Hasil Reverse Osmosis sebagai Air Wudhu

Tabel 8 di bawah ini menunjukkan perbandingan antara kualitas air baku (A) dengan filtrat (F) hasil dari pengolahan *Reverse Osmosis* (RO).

Tabel 8. Perbandingan Kualitas Air Baku dan Filtrat Hasil Reverse Osmosis

Parameter	Satuan	UB-PAM		Efisiensi (%)	Z-AIR TANAH		Efisiensi (%)	ZZ		Efisiensi (%)	Baku Mutu Kelas (*)			
		A	F		A	F		A	F		I	II	III	IV
Suhu	°C	22,5	21,2	-	28	28,2	-	28,8	28,2	-	Deviasi 3			deviasi 5
TDS	mg/L	274,8	34,6	89,4	138,3	0,5	99,7	231	34,4	85,1	1000			2000
TSS	mg/L	1,9	0,4	95,5	0,6	0	100	3,2	0,6	81,25	50		400	
pH	-	7,35	6,89	-	7,54	7,37	-	7,45	6,89	-	6 s.d 9			5 s.d 9
BOD	mg/L	0,71	7,9 (***)	40,8	2,37 (***)	1,73	51,4	73,1 (***)	11,01 (***)	84,9	2	3	6	12
COD	mg/L	14,48 (***)	43,59 (***)	22,4	15,2 (***)	22,88 (***)	57,1	28,16 (***)	28,16 (***)	0	10	25	50	100
DO	mg/L	9,65	9,25	0,5	7,6	5,95 (***)	-4	2,9 (***)	3,4 (***)	17,2	6 (***)	4 (***)	3 (***)	0 (***)
Nitrit	mg/L	0,07 (***)	0,02	88	0	0,04	33,3	0,05	0	0	0,06			(-)
Nitrat	mg/L	0,17	0,06	66,3	0,14	0,11	-11	0,16	0,22	-37,5	10		20	
Besi	mg/L	0,009	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,3	(-)		
Mangan	mg/L	0	0	100	0	0	0	0	0,009	-0,9	0,1	(-)		
Total Coliform	jumlah/100 mL	460	0	100	3	3	-	110000 (***)	(****)	0	1000	5000	10000	

Keterangan:

- (*) Kualitas Air Baku sesuai PP No.82 Tahun 2001
- (**) Nilai minimum
- (***) Tidak memenuhi baku mutu Kelas
- I (****) Konsentrasi tidak diperiksa
- (-) Konsentrasi tidak diatur

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah melihat potensi hasil daur ulang air bekas kegiatan berwudhu yang diolah dengan menggunakan RO. Hasil olahan RO atau biasa disebut sebagai filtrat diharapkan dapat digunakan kembali untuk berwudhu. Untuk melihat potensi hasil daur ulang tersebut, maka filtrat harus

memenuhi baku mutu air baku air minum Kelas I pada PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Dari **Tabel 8** dapat terlihat bahwa kualitas filtrat hasil olahan RO dari air PAM UB tidak seluruhnya memenuhi baku mutu. Konsentrasi BOD dan COD pada air filtrat PAM UB melebihi baku mutu yang ditetapkan. Konsentrasi BOD pada air filtrat PAM UB adalah 7,9 mg/L sedangkan baku mutu sebesar 2 mg/L. Konsentrasi COD pada air filtrat PAM UB adalah 43,59 mg/L sedangkan baku mutu sebesar 10 mg/L. Konsentrasi BOD dan COD pada air filtrat PAM UB nilainya cenderung naik dari konsentrasi awal pada air baku. Konsentrasi BOD naik sebesar 91% dan konsentrasi COD naik sebesar 66,8%. Kenaikan konsentrasi BOD dan COD menunjukkan adanya kontaminasi limbah pada air filtrat dan kondisi air filtrat tersebut buruk. Hasil dari pengujian ini bertentangan dengan beberapa uji yang telah dilakukan untuk melihat efisiensi penyisihan kandungan BOD dan COD. Penyisihan BOD dan COD dengan menggunakan RO dilaporkan dapat memberikan efisiensi penyisihan lebih dari 95% (Jadhao, et al., (2012); Mahmoudkhani, et al., (2012); Garud, et al., (2011)).

Kualitas filtrat hasil olahan RO dari air PAM UB menunjukkan penurunan konsentrasi sebesar 0,05 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$ dibandingkan konsentrasi air baku. Konsentrasi Nitrit sebesar 0,07 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$ pada air baku PAM UB awalnya tidak memenuhi baku mutu (0,06 mg/L). Namun setelah diolah dengan menggunakan RO, konsentrasi Nitrit menjadi di bawah baku mutu, yaitu sebesar 0,02 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$. Dengan demikian, penyisihan Nitrit yang terjadi adalah sebesar 71,4%.

Selain parameter BOD, COD dan Nitrit, parameter lainnya (TDS, TSS, DO, Nitrat, Besi, Mangan, dan Total Coliform) seluruhnya menunjukkan penurunan nilai. Efisiensi penyisihan untuk TDS, TSS, DO, Nitrat, Besi, Mangan, dan MPN pada air PAM UB masing-masing adalah 89,4%, 78,9%, 0,5%, 66,3%, 0%, 100% dan 100%.

Melihat kualitas yang dihasilkan setelah proses pengolahan dengan RO, air filtrat tidak memenuhi kualitas air baku air minum Kelas I pada PP No. 82 Tahun 2001. Dengan kata lain, air filtrat hasil pengolahan dari air PAM UB belum layak untuk digunakan kembali untuk berwudhu. Namun, air hasil olahan ini tetap dapat digunakan kembali untuk peruntukan air baku air minum Kelas IV, yaitu air yang

digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang setara.

Sampel air berikutnya adalah sampel dari Masjid Az-Zikra (Z). Air yang berasal dari Masjid Az-Zikra ini berasal dari air tanah. Kualitas air filtrat dari sampel air tanah Masjid Az-Zikra tidak seluruhnya memenuhi baku mutu. Nilai konsentrasi COD dan DO pada air filtrat masih melewati baku mutu. Konsentrasi COD pada air filtrat Masjid Az-Zikra adalah 22,88 mg/L, sedangkan baku mutu sebesar 10 mg/L. Konsentrasi COD pada air baku Masjid Az-Zikra adalah 15,2 mg/L. Konsentrasi COD pada air filtrat meningkat dibandingkan air baku. Hal tersebut diduga terjadi karena adanya kontaminasi dari sisa air yang berada di alat RO. Williams (2003) melaporkan bahwa penyisihan konsentrasi COD dengan RO bisa mencapai 96%. Konsentrasi DO pada air filtrat Masjid Az-Zikra adalah 5,95 mg/L, sedangkan baku mutu sebesar 6 mg/L. Konsentrasi DO pada air bakunya adalah 7,6 mg/L. Penurunan nilai konsentrasi DO terjadi beriringan dengan naiknya konsentrasi COD. Hal tersebut menunjukkan terjadinya pencemaran kualitas air tersebut (Connel and Miller, 1995).

Selain parameter COD dan DO, parameter lainnya (TDS, TSS, BOD, Nitrit, Nitrat, Besi, Mangan, dan Total Coliform) memberikan hasil pengujian air filtrat yang konsentrasinya memenuhi baku mutu. Efisiensi penyisihan untuk TDS, TSS, BOD, Nitrit, Nitrat, Besi, Mangan, dan Total Coliform pada air Masjid Az-Zikra masing-masing adalah 99,7%, 100%, 51,4%, 33,3%, -11%, 0%, 100% dan 96%. Efisiensi penyisihan untuk parameter Nitrat memberikan hasil negatif (-11%). Nilai tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi Nitrat pada air filtrat meningkat dibandingkan konsentrasi pada air baku. Walaupun begitu, konsentrasi Nitrat pada air filtrat air tanah Masjid Az-Zikra masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan (10 mg/L).

Kualitas air filtrat dari air baku Masjid Az-Zikra yang dihasilkan setelah proses pengolahan dengan RO tidak memenuhi kualitas air baku air minum Kelas I pada PP No. 82 Tahun 2001. Sehingga, air filtrat hasil pengolahan dari air bekas berwudhu Masjid Az-Zikra belum layak untuk digunakan kembali untuk berwudhu. Namun, air hasil olahan ini tetap dapat digunakan kembali untuk peruntukan air baku air minum Kelas III, yaitu air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar,

peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sampel air berikutnya berasal dari air tangki air wudhu Masjid Az-Zikra (ZZ). Air di tangki ini adalah air hasil kegiatan berwudhu yang ditampung untuk diolah kembali. Kualitas air filtrat hasil olahan RO tidak seluruhnya memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Konsentrasi BOD, COD dan DO adalah konsentrasi yang tidak memenuhi baku mutu. Konsentrasi BOD pada air filtrat adalah 11,01 mg/L, sedangkan baku mutu BOD adalah 2 mg/L. Konsentrasi COD pada air filtrat adalah 28,16 mg/L, sedangkan baku mutu COD adalah 10 mg/L. Konsentrasi DO pada air filtrat adalah sebesar 3,4 mg/L, sedangkan baku mutu DO seharusnya di atas 6 mg/L. Nilai konsentrasi BOD, COD dan DO yang melewati baku mutu menunjukkan terjadinya pencemaran pada air filtrat tersebut. Air yang ada pada tangki Masjid Az-Zikra ini juga berasal dari air sisa kegiatan mencuci pakaian dan alat makan. Sehingga beban organik yang terkandung cukup tinggi. Pengolahan dengan RO ternyata tidak mampu menyisihkan konsentrasi BOD, COD dan DO secara keseluruhan. Sebaiknya, untuk mengolah air tangki ini diberikan *pre-treatment* sebelum air diolah dengan menggunakan RO.

Kualitas air filtrat dari air tangki air wudhu Masjid Az-Zikra yang dihasilkan setelah proses pengolahan dengan RO tidak memenuhi kualitas air baku air minum Kelas I pada PP No. 82 Tahun 2001. Dengan kata lain, air filtrat hasil pengolahan dari air tangki air wudhu Masjid Az-Zikra belum layak untuk digunakan kembali untuk berwudhu. Namun, air hasil olahan ini tetap dapat digunakan kembali untuk peruntukan air baku air minum Kelas IV, yaitu air yang digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang setara.

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian mengenai Pengelolaan Air Bekas Wudhu Di Lingkungan Kampus Universitas Bakrie Jakarta yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Air baku di Musholla UB memiliki kualitas air yang lebih baik dibandingkan dengan lokasi lainnya. Namun demikian, parameter COD dan Nitrit di air baku Musholla UB belum memenuhi baku mutu Kelas I berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.
2. Parameter COD, BOD dan DO tidak memenuhi baku mutu Kelas I berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 untuk air baku di Masjid Al-Bakrie dan Masjid Menteng Atas.
3. Air baku Masjid Az-Zikra memiliki kandungan COD dan DO yang tidak memenuhi baku mutu tersebut.
4. Air bekas berwudhu di seluruh lokasi mempunyai kecenderungan meningkatkan cemaran terutama untuk parameter TDS, TSS, COD, BOD, dan total coliform.
5. Proses *reverse osmosis* (RO) sangat efektif digunakan untuk menyisihkan bakteri *coliform* dengan nilai Efisiensi yang tertinggi dibandingkan parameter lainnya yaitu berkisar antara 96-100 %, dan untuk penyisihan TSS dan TDS dengan nilai efisiensi masing-masing berkisar antara 81,25% - 100% untuk penyisihan TSS dan 85,1 % - 99,7 % untuk penyisihan TDS.
6. Di seluruh lokasi sampling, proses penyaringan air bekas dengan alat RO menunjukkan hasil yang cukup menggembirakan. Parameter-parameter TDS, TSS, DO, nitrit, nitrat, besi, mangan, serta total coliform (MPN) pada hasil filtrate RO telah memenuhi baku mutu Kelas I berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.
7. RO kurang berfungsi baik untuk menyisihkan kandungan organik. Hal ini terbukti dengan rendahnya efisiensi penyisihan untuk indikator kandungan organik yaitu angka BOD dan COD.

8. Dari hasil penelitian di seluruh lokasi, ternyata air bekas wudhu masih dapat didaur ulang dan digunakan kembali setelah melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, saran yang dapat Peneliti berikan adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan air bekas berwudhu tidak cukup hanya dengan menggunakan RO. Oleh karena itu, penyisihan kandungan organik perlu dilakukan sebelum pengolahan dengan peralatan RO. Penelitian ke arah ini perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja RO.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan peralatan yang lebih sederhana untuk meningkatkan kualitas air bekas sehingga memenuhi baku mutu Kelas I berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001. Hasil penelitian tersebut memungkinkan masyarakat luas dapat membangun, mengoperasikan dan memelihara peralatan pengolah air bekas berwudhu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akiwumi, O. O., Eletta, O. A., Odebunmi, O. 2012. *Analysis of nitrates and nitrites in groundwater of Ilorin environs*. Journal of Environmental Science and Engineering A, 1(5), 656-662.
- Al Mamun, A., Muyibi, S. A., Razak, N.A. A. 2013. *Reuse Potential of Ablution Water from Hum Masjid*. Prosiding dalam International Conference on Biotechnology Engineering 201. Malaysia.
- Ayodele, J.T., Bayero, A.S. 2010. *Manganese Concentration in Hair and Fingernail of Some Kano Inhabitants*. J. Appl. Sci. Environ. Manage, Vol. 14(1) pp 17-21. JASEM ISSN 1119-8362. www.bioline.org.br/ja
- Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. Medan: USU Press.
- Bitton, G., 2005, *Wastewater Microbiology Third Edition*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Connel, D. W. dan Miller, G. J. 1995. *Kimia dan Otoksikologi Pencemaran*. Cetakan Pertama. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2010. *Joint Position Paper No.1. Nitrates in Drinking Water*. Consultant in Public Health Medicine Environment and Health Group and the Environment Helath Service of the Health Service Executive (HSE)
- Fatmah, A.V. 2012. *Penurunan Kadar Mangan (Mn) Dalam Air dengan Menggunakan Biji Kelor (Moringa oleifera)*. Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Semarang
- Garud, R.M., Kore, S.V., Kore, V.S., Kulkarni, G.S. 2011. *A Short Review on Process and Applications of Reverse Osmosis*. Universal Journal of Environmental Research and Technology, Volume 1, Issue 3: 233-238. eISSN 2249 0256. www.environmentaljournal.org
- Jadhao, R.K., Dawande, S.D. 2012. *Reverse Osmosis and Ultrafiltration Membrane for Hospital Wastewater Treatment*. International Journal of Chemical Sciences and Applications, Vol 3, Issue 2, pp 283-288. ISSN 0976-2590

- Kazmi, S.S., Khan, S.A. 2005. *Level of Nitrate and Nitrite Contents in Drinking Water of Selected Samples Received at AFPGMI, Rawalpindi*. Pak J Physiol; 1(1-2)
- Madonna, S., Rahmaniar, I., Nursetyowati, P., Brunner, I.M. 2013. *Penghematan Penggunaan Air Untuk Berwudhu Di Lingkungan Kampus Universitas Bakrie Jakarta*. Universitas Bakrie
- Madonna, S. 2014. *Efisiensi Energi Melalui Penghematan Penggunaan Air (Studi Institusi Pendidikan Tinggi Universitas Bakrie)*. J. Teknik Sipil. 12(4):267-274
ISSN: 1411-660X
- Mahmoudkhani, R., Hassani, A.H., Torabian, A., and Borghei, S.M. 2012. *Study on High-Strength Anaerobic Landfill Leachate Treatability by Membrane Bioreactor Coupled with Reverse Osmosis*. Int. J. Environ. Res., 6(1): 129-138.
ISSN: 1735-6865
- Mahyudi. 2010. *Perbedaan Penurunan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur dengan Cara Aerasi Bertingkat, Aerator dan Oksidator (KMnO₄)*. Tesis Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara
- Majelis Ulama Indonesia.2010. *Fatwa MUI Nomor: 02 Tahun 2010*, MUI
- McNaughton, J. 1990. *Ekologi umum*. Yogyakarta: Penerbit UGM Press.
- Novotny, V. and Olem, H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. New York: Van Nostrans Reinhold.
- Okade, A.R., Hallikeri, K.S., Trivedi, D.J. 2015. *Salivary Estimation of Copper, Iron, Zinc and Manganese in Oral Submucous Fibrosis Patients: A case-control study*. Clin Cancer Inverstig J; 4:302-306
- Prathapar, M.A., Al Adawi, S., Al Sidiari, S.2006. *Design, Construction & Evaluation of an Ablution Water Treatment Unit in Oman: A Case Study*. Department of Soils, Water and Agricultural Engineering. Sultan Qaboos University
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 907/MEN.KES/SK/VII/2002 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rasjid, S. 2005. *Fiqih Islam*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.

- Risamasu, F. J.L., Prayitno, H.B. 2011. *Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan*. International Journal of Marine Sciences, Vol. 16, No.3. p-ISSN 0853-7291
- Sawyer, P.L. McCarty and G.F. Parkin. 1994. *Chemistry for Environmental Engineering* 4th Ed. New York: McGraw-Hill.
- Slamet, J.S. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Suin, N. M. 2002. *Metode Ekologi*. Padang: Universitas Andalas.
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Svehla, G. 1979. *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. London: Longman Group Limited
- Wachinski, A.M. 2013. *Membrane Processes for Water Reuse*. New York: McGrawHill.
- Wardhana, W. A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- WHO. 2011. *Nitrate and Nitrite in Drinking Water*. World Health Organization
- WHO. 2008. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: World Health Organization
- Widiasa, I.N., Wenten, I.G. 2008. *Pengaruh Perlakuan pH Umpan dan Recovery Faktor 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.
- Williams, M.E. 2003. *A Review of Wastewater Treatment by Reverse Osmosis*. EET Corporation and Williams Engineering Services Company, Inc.
- <http://www.aetra.co.id/> , diakses terakhir pada tanggal 17 Juli 2014 pukul 12.00
- <http://id.palyja.co.id/> , diakses terakhir pada tanggal 17 Juli 2014 pukul 12.10
- <http://www.home-water-purifiers-and-filters.com/reverse-osmosis-filter.php>, diakses terakhir pada tanggal 17 Juli 2014 pukul 12.55

LAMPIRAN

**LAMPIRAN 1:
DATA-DATA PENELITIAN**

No	Kode Sampel	Parameter											
		TDS	TSS	BESI	MANGAN	NITRIT	NITRAT	MPN	COD	BOD	DO	pH	T
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L Fe)	(mg/L Mn)	(mg/L NO ₂)	(mg/L NO ₃)	MPN/mL	mg/L	mg/L	mg/L		°C
1	A1	274.8	2.4	0	0	0.24	0.77	15000	16.32	0.49	9.5	7.32	22.4
2	A2	249	1.4	<0,01	0	0.24	0.74	46000	12.64	0.93	9.8	7.39	22.5
3	B1	325.3	7.3	0.01	<0,01	0.55	0.82	46000	58.23	14.94	9.4	7.34	22.3
4	B2	258.2	10.6	0.01	<0,01	0.52	0.83	15000	54.16	11.75	9	7.29	21.7
5	F1	34.6	0	0.01	0	0.07	0.28	0	47.66	7.9	8.9	7.7	21.4
6	F2	70.8	0.8	0.01	0	0.06	0.28	15000	39.52	7.9	9.6	6.08	21
7	R1	379.2	9.2	0.02	0	0.55	0.83	24000	64.48	8.45	9	7.38	21.6
8	R2	266	8	0.02	0	0.55	0.85	10000	60.75	8.54	10.2	7.09	22.6
9	ZA1	139.4	0.6	0	0	0	0.62	300	16.32	2.73	7.6	7.54	28.1
10	ZA2	137.2	0.6	0	0	0	0.66	0	14.08	2	7.6	7.53	28
11	ZB1	157	1.4	0	<0,01	0.05	0.1	7500	56.32	4.07	6.2	7.72	28.1
12	ZB2	144	4.8	0	<0,01	0.06	0.1	400	50.48	3.1	6.2	7.73	28.6
13	ZF1	0.8	0	0	0	0.03	0.52	300	28.16	1.66	6.1	7.37	28.2
14	ZF2	0.2	0	0	0	0.04	0.48	2800	17.6	1.8	5.8	7.37	28.3
15	ZR1	314.4	1.8	0.01	<0,01	0.05	0.35	1400	42.24	5.73	4.3	7.6	28.6
16	ZR2	235.8	0.8	0.01	<0,01	0.05	0.48	400	34.08	4.8	4.4	7.53	28.7
17	ZZR0	381.3	8.4	0	<0,01	0.06	0.73	-	50.4	10.19	3.1	7.25	27.7
18	ZZA0	231	3.2	0	0	0.05	0.9	110000	28.16	73.1	2.9	7.45	28.8
19	ZZF0	34.4	0.6	0	<0,01	0	0.97	-	28.16	11.01	3.4	6.89	28.2
20	MA1	408.8	2.4	0	0	0.06	0.22	-	14.08	3.46	4.9	6.81	23.2
21	BA1	188.2	0.4	0	0	0.06	0.96	1800	42.24	3.1	4.4	6.95	23.2



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 068/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : A1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	274,8
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	2,4
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	16,32
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	0,49
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,77
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,24
9	Total Coliform	MPN/100 mL	150

Jakarta, 25 Februari 2015

Ka. Laboratorium Lingkungan

Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 069/LABLING/USAkti/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : A2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	249,0
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	1,4
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	12,64
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	0,93
5	Besi	mg/L Fe	< 0,01
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,74
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,24
9	Total Coliform	MPN/100 mL	460

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Dr. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 070/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : B1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	325,3
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	7,3
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	58,23
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	14,94
5	Besi	mg/L Fe	0,01
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,82
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,55
9	Total Coliform	MPN/100 mL	460

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



Dr. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 071/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : B2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	258,2
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	10,6
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	54,16
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	11,75
5	Besi	mg/L Fe	0,01
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,83
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,52
9	Total Coliform	MPN/100 mL	150

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



HASIL ANALISIS

No. 072/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : F1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	34,6
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,00
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	47,66
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	7,9
5	Besi	mg/L Fe	0,01
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,28
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,07
9	Total Coliform	MPN/100 mL	0

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 073/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : F2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	70,8
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,8
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	39,52
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	7,9
5	Besi	mg/L Fe	0,01
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,28
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,06
9	Total Coliform	MPN/100 mL	150

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



HASIL ANALISIS

No. 074/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : R1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	379,2
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	9,2
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	64,48
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	8,45
5	Besi	mg/L Fe	0,02
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,83
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,55
9	Total Coliform	MPN/100 mL	240

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 075/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : R2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	266,0
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	8,0
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	60,75
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	8,54
5	Besi	mg/L Fe	0,02
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,85
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,55
9	Total Coliform	MPN/100 mL	100

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 076/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZA1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	139,4
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,6
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	16,32
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	2,73
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,62
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,00
9	Total Coliform	MPN/100 mL	3

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



HASIL ANALISIS
No. 077/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZA2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	137,2
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,6
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	14,08
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	2,00
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,66
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,00
9	Total Coliform	MPN/100 mL	0

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.



HASIL ANALISIS
No. 078/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZB1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	157,0
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	1,4
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	56,32
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	4,07
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,10
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,05
9	Total Coliform	MPN/100 mL	75

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 079/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZB2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	144,0
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	4,8
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	50,48
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	3,10
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,10
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,05
9	Total Coliform	MPN/100 mL	4

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 080/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZF1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	0,8
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,0
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	28,16
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	1,66
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,52
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,03
9	Total Coliform	MPN/100 mL	3

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



HASIL ANALISIS

No. 081/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZF2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	0,2
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,0
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	17,60
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	1,80
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,48
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,04
9	Total Coliform	MPN/100 mL	28

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 082/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZR1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	314,4
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	1,8
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	42,24
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	5,73
5	Besi	mg/L Fe	0,01
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,35
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,05
9	Total Coliform	MPN/100 mL	14

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



Dr. Muhammad Lindu, M.T



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 083/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZR2

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	235,8
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,8
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	34,08
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	4,80
5	Besi	mg/L Fe	0,01
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,48
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,05
9	Total Coliform	MPN/100 mL	4

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.



HASIL ANALISIS
No. 084/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZR0

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	381,3
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	8,4
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	50,40
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	73,10
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,73
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,06
9	Total Coliform	MPN/100 mL	-

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



Dr. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 085/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZZA0

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	231,0
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	3,2
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	28,16
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	10,19
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,90
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,05
9	Total Coliform	MPN/100 mL	1100

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti



[Signature]
Drs. Muhammad Lindu, M.T



HASIL ANALISIS
No. 086/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : ZZFO

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	34,4
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,6
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	28,16
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	11,01
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	< 0,01
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,97
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,00
9	Total Coliform	MPN/100 mL	-

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.



LABORATORIUM LINGKUNGAN

FAKULTAS ARSITEKTUR LANSEKAP DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN

Kampus A Gedung K Lantai 6 & 7, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440

Telp. 021-5663232, 5602575 Ext. 8775, Fax : 5602575

HASIL ANALISIS

No. 087/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : MAI

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	408,8
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	2,4
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	14,08
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	3,46
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,22
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,06
9	Total Coliform	MPN/100 mL	-

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.




HASIL ANALISIS

No. 088/LABLING/USAKTI/II/2015

Nama Pelanggan : Ibu Sandra Madonna
Institusi/Perusahaan : Universitas Bakrie
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : BA1

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL
1	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	188,2
2	Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	0,4
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	42,24
4	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	3,10
5	Besi	mg/L Fe	0,00
6	Mangan	mg/L Mn	0,00
7	Nitrat	mg/L NO ₃	0,96
8	Nitrit	mg/L NO ₂	0,06
9	Total Coliform	MPN/100 mL	18

Jakarta, 25 Februari 2015
Ka. Laboratorium Lingkungan
Universitas Trisakti


Drs. Muhammad Lindu, M.T.

LAMPIRAN 2:
DOKUMENTASI PENELITIAN

Mushalla Universitas Bakrie



Gambar A Aktivitas Berwudhu



Gambar B Tempat Berwudhu



Gambar C Pengambilan Sampel

Masjid Az-Zikra



Gambar D Masjid Az-Zikra



Gambar E Tempat Berwudhu



Gambar F Pengambilan Sampel



Gambar G Tangki Penampungan Air Wudhu

Masjid Al Bakrie

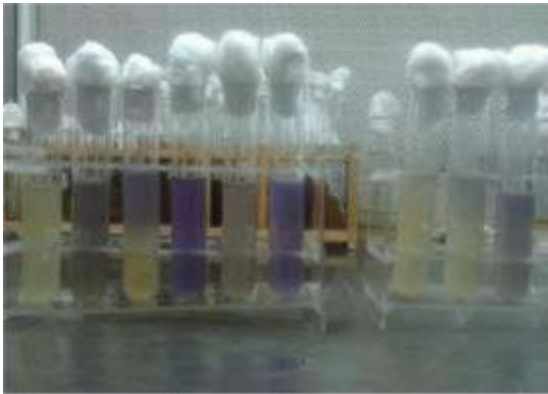


Gambar H Masjid Al-Bakrie



Gambar I Tempat Berwudhu

Pengujian Parameter



Gambar J Hasil Pengujian MPN



Gambar K Perbandingan Air Bekas Berwudhu, Retentat dan Filtrat



Gambar L Pengujian Parameter pH, DO, Temperatur