

**STUDI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC SEBAGAI
ALTERNATIF BAHAN BAKU AIR MINUM DENGAN
MENGUNAKAN *WATER PURIFIER*
DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

(Tesis)

Oleh

ARIESTINA FANANI



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

**STUDI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC SEBAGAI
ALTERNATIF BAHAN BAKU AIR MINUM DENGAN
MENGUNAKAN *WATER PURIFIER*
DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

Oleh:
ARIESTINA FANANI

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
Magister Teknik

Pada

Program Pascasarjana Magister Teknik
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

STUDI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU AIR MINUM DENGAN MENGUNAKAN *WATER PURIFIER* DI KOTA BANDAR LAMPUNG

ARIESTINA FANANI

ABSTRAK

Penggunaan mesin *Air Conditioner* (AC) semakin banyak oleh masyarakat, baik di lingkungan perumahan maupun di perkantoran mengakibatkan adanya air hasil proses pendinginan udara (kondensat). Kondensat yang dihasilkan jumlahnya cukup banyak, namun pemanfaatannya belum maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas, kualitas, hubungan kondensat dengan merek dan umur AC serta nilai ekonomis kondensat AC. Data penelitian ini diambil dari mesin AC 1 PK.

Penentuan status kualitas air awal dilakukan dengan menggunakan metode WQI-DOE Malaysia dengan enam parameter (DO, BOD, COD, TSS, NH₃-N, dan PH). Selain metode DOE WQI tersebut, dilakukan juga pengujian kandungan logam berat yang mungkin terdapat dalam kondensat AC. Parameter logam itu antara lain : Pb, Cd, Mn, Cu, Ni, Co, B, Fe, Cr, dan Zn. Dari hasil uji kualitas dari seluruh sampel kondensat, didapatkan nilai WQI sebesar 57,67 (<2 tahun), 74,76 (2-4 tahun), dan 75,82 (>4 tahun). Dari nilai WQI diketahui bahwa kondensat AC termasuk ke dalam kategori kelas III (sedikit tercemar). Selain itu ditemukan jumlah kadar NH₃-N pada sampel 1 dan 3 yang melebihi batas baku. Berdasarkan hasil laboratorium kondensat AC yang telah dipurifikasi dinyatakan sebagai air yang siap minum. Hal itu dilihat dari nilai parameter fisika, kimia dan mikrobiologi kondensat yang berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Pada analisa kelayakan ekonomi, didapatkan nilai NPV >0 dan nilai PP sebesar 2,97 (< 1 Tahun).

Dapat disimpulkan bahwa kondensat AC harus melalui proses pemurnian terlebih dahulu jika akan dijadikan bahan baku air minum; besarnya biaya konsumsi air minum bisa dihemat hingga $\pm 73\%$ bila menggunakan kondensat AC; volume kondensat semakin menurun namun kualitas kondensat semakin meningkat dengan bertambahnya umur mesin AC

Keyword : Kualitas Air, Kondensat, Alat Pemurni Air

THE STUDY OF CONDENSATION WATER RESIDUE OF AIR CONDITIONER AS ALTERNATIF WATER FOR CONSUMPTION PURIFIED BY WATER PURIFIER IN BANDAR LAMPUNG CITY

ARIESTINA FANANI

ABSTRACT

The number of Air Conditioner (AC) which is used by the people is raised, even though in residential and in the commercial office and service, they produced water from the process of condensation. Condensation generates plethora of water, but the mostly flown away as waste. In this study, the writer aimed to determine the quantity, quality, and condensation related to the brand, age and economic value of AC condensation residue. This research data were taken from AC 1 PK engine.

The Water Quality Index (WQI) classified using WQI-DOE Malaysia method by 6 parameters (DO, BOD, COD, TSS, NH₃-N, and PH). In addition, the writer also measured metal content which contained in AC condensation. The metal parameters were: Pb, Cd, Mn, Cu, Ni, Co, B, Fe, Cr, and Zn. According to the quality test result for all condensation samples, the writer obtained WQI score were 57,67 (<2 years), 74,76 (2-4 years), and 75,82 (> 4 years). Based on the WQI value, the writer categorized AC condensation water residue as the class III category (slightly contaminated). Furthermore, the amount of NH₃-N levels in sample 1 and sample 3 exceeded the standard limit. According to AC condensation laboratory results, the purified water was safe to drink. It was valuated towards physical, chemical and microbiological parameters of condensation water residue which were below the standard. Based on the economic feasibility analysis, the writer obtained the value of NPV > 0 and the value of PP was 2.97 (<1 Year).

Based on the research the writer concluded that AC condensation water residue should purified if it would be used as drinking water; the cost of drinking water consumption can be saved up to $\pm 73\%$ using AC condensation water; and the volume of condensation water residue decreased but the quality of the water increased while the age of the Air Conditioner was getting old.

Keyword: Water Quality, Condensate AC

Keyword: Water Quality, Condensation Water Residue, Water Purifier

Judul Tesis : **STUDI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC
SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU AIR MINUM
DENGAN MENGGUNAKAN WATER PURIFIER DI
KOTA BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Ariestina Fanani**

NPM : **1425011002**

Program Studi : **Magister Teknik Sipil**

Fakultas : **Teknik**



1. **Komisi Pembimbing,**

Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19700915 199503 1 006

Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.
NIP. 19691030 200003 1 001

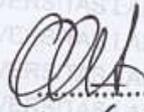
2. **Ketua Program Magister Teknik Sipil,**

Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc.
NIP. 19691219 199512 2 001

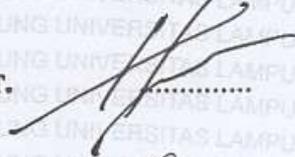
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

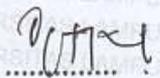
Ketua : Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D



Sekretaris : Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Dyah Indriana K., S.T., M.Sc.**



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Teknik



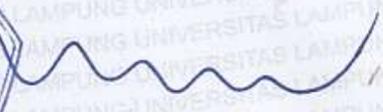
Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP. 196207171987031002



3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.
NIP. 19530528 198103 1 002



Tanggal Lulus Ujian : 15 Januari 2018

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “ **STUDI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU AIR MINUM DENGAN MENGGUNAKAN *WATER PURIFIER* DI KOTA BANDAR LAMPUNG** ” adalah karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan serta pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Januari 2018

Pembuat Pernyataan



Ariestina Fanani
Ariestina Fanani
NPM: 1425011002

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Teluk Betung, pada tanggal 1 April 1982, anak ke dua dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Abu Yusuf Fanani, BBA dan Ibu Nazili HM Ali.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 5 Sukarame pada tahun 1994. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri 4 Bandar Lampung pada tahun 1997. Sekolah Menengah Umum Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2000. Pendidikan sarjana (S1) pada Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung Jurusan Teknik Sipil, lulus pada tahun 2006. Tahun 2014 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Tahun 2010 sampai dengan sekarang, penulis aktif sebagai Pegawai Negeri Sipil Fungsional di SMK Negeri 1 Gadingrejo, Kab Pringsewu sebagai seorang Guru Kejuruan di Jurusan Teknik Gambar Bangunan.

SANWACANA

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ridho, dan karunia-Nya sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan. Tesis dengan judul “ **Studi Pemanfaatan Air Kondensat AC Sebagai Alternatif Bahan Baku Air Minum Dengan Menggunakan *Water Purifier* Di Kota Bandar Lampung** ” merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik di Universitas Lampung.

Tesis ini dapat diselesaikan dengan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari semua pihak dari proses perkuliahan sampai pada saat penulisan tesis ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M. Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Pembimbing Utama yang dengan bijaksana yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam penyelesaian tesis ini;
3. Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan, saran, dan arahan dalam proses penyelesaian tesis ini;
4. Bapak Dr. Endro P. Wahono, S.T.,M.Sc. selaku Penguji Pertama atas kritik dan saran pada seminar proposal dan seminar hasil tesis terdahulu;

5. Ibu Dr. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc. selaku Penguji Kedua sekaligus Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung yang dengan penuh kesabaran memberikan masukan dan dukungan moral selama proses belajar hingga penyelesaian tesis ini;
6. Bapak dan ibu dosen pengajar pada Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasi selama mengikuti perkuliahan;
7. Staf administrasi dan karyawan Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang telah membantu dan melayani dalam kegiatan administrasi;
8. Ayah dan Bunda tercinta, terimakasih atas pengorbananya. Maafkan ananda hanya bisa mendoakan kalian berdua. Semoga Allah SWT membalasnya dengan menempatkan kalian berdua di Surga. Aamiin.
9. Suami tercinta Beki Kurniawan yang selalu memberikan motivasi, nasehat dan kasih sayang selama ini.
10. Saudari/a-ku tersayang Novinasari, Yurita dan Fadli yang senantiasa memberi doa restu dan kasih sayangnya;
11. Ibu dan ayah mertua-ku tercinta serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa restu, kasih sayang dan dukungan baik materi dan moral;
12. Seluruh teman-teman Magister Teknik Sipil Universitas Lampung yang banyak membantu dalam menyelesaikan penulisan tesis ini;

13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan bagi khalayak secara umum dan khususnya bagi mahasiswa/i jurusan Teknik Sipil.

Bandar Lampung, 20 Januari 2018

Penulis

Ariestina Fanani

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teriring Do'a Dan Cinta

Teruntuk :

Orang Tua Dan Suamiku Tercinta,

Anak Anak-Ku Dan Saudari – Saudariku Tersayang

Karya Sederhana Ini Ku Persembahkan Sebagai Hasil Atas Semua Cinta Dan

Kasih Sayang Serta Dukungan Yang Telah Diberikan Selama Ini.

Teruntuk :

Teman – Teman Yang Selalu Memberikan Bantuan Dan Semangat Dalam

Penyelesaian Karya Sederhana, Ku Ucapkan Terima Kasih.

DAFTAR ISI

JUDUL	i
ABSTRAK	iv
LEMBAR PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
SANWACANA	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Batasan Masalah.....	6
1.6. Penelitian Terdahulu.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Konsep Bangunan Hijau	13
2.2. Sistem Pengkondisian Udara	14
2.3. Standar Kualitas Air	16
2.4. Standar Kualitas Air Minum	27
2.5. Indek Kualitas Air / Water Quality Index (WQI).....	28
2.5.1 Pengertian Indeks Kualitas Air	28
2.5.2 Water Quality Index DOE (Departement Of Environmental Malaysia	29

2.6. Alat Pemurni Air	36
2.7. Kebutuhan Air Minum	42
2.8. Kandungan Mineral dalam Air	44
III. METODE PENELITIAN	47
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	47
3.2. Teknik Sampling	48
3.2.1 Produktivitas Kondensat	48
3.2.2 Uji Kualitas Kondensat I.....	49
3.3 Teknik Pengumpulan Data	50
3.3.1 Variabel Produktivitas.....	50
3.3.2 Variabel Uji Kualitas Air (Parameter DOE-WQI).....	51
3.3.3 Variabel Uji Kadar Kandungan Logam	53
3.3.4 Variabel Uji Kualitas Kondensat II.....	55
3.4 Teknik Pengawetan Sampel.....	56
3.5 Tahapan Penelitian	57
3.5.1 Melakukan Pengukuran Produktivitas Kondensat AC.....	57
3.5.2 Melakukan Uji Kualitas Kondensat AC.....	57
3.5.3 Menghitung Nilai Sub Index Parameter DOE – WQI	58
3.5.4 Menganalisis Hasil Perhitungan Sub Indeks.....	58
3.5.5 Menganalisis Hasil Uji Kandungan Logam	58
3.5.6 Proses Purifikasi Kondensat AC	58
3.5.7 Menguji Kualitas Kondensat AC Setelah Purifikasi.....	59
3.5.8 Menganalisis Hasil Uji Kualitas Kondensat setelah Proses Purifikasi	59
3.5.9 Menganalisis Nilai Ekonomi.....	59
3.5.10 Menganalisis Kebutuhan AC pada Ruangan.....	60
3.5.11 Membuat Kesimpulan	60
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1. Gambaran Umum Penelitian	62
4.2 Hasil Penelitian Kuantitas Kondensat AC	63
4.3 Hasil Pengujian Kualitas Kondensat AC.....	65
4.3.1 Analisa Parameter DOE WQI	68
4.3.2 Nilai Sub Indeks Parameter DOE WQI	74
4.3.3 Analisa Parameter Logam	77

4.4 Hasil Pengujian Kualitas Kondensat AC setelah Proses Filtrasi.....	78
4.5 Analisa Kebutuhan Air Minum	82
4.5 Analisa Kebutuhan AC Ruangan.....	93
V. SIMPULAN DAN SARAN	99
5.1. Simpulan.....	99
5.2. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	xx
LAMPIRAN.....	xxv

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Distribusi Air Tawar Di Permukaan Bumi.....	1
2. Penelitian Terdahulu tentang Kondensat AC.....	7
3. Hubungan temperatur dan oksigen terlarut jenuh (mg/liter) pada suhu tertentu dengan tekanan 760 mmHg.....	19
4. Kelas kelayakan air berdasarkan WQI-DOE	32
5. Kebutuhan Pemakaian Umum	32
6. Suplai Kebutuhan Umum.....	32
7. Kebutuhan Rekreasi	33
8. Kebutuhan Perikanan dan Hewan lain	33
9. Kebutuhan Pelayaran	33
10. Kebutuhan Transportasi Air.....	33
11. Intreprestasi Seluruh Hasil Hitungan WQI	34
12. Sampel Pengukuran Produktivitas Kondensat AC.....	48
13. Sampel Pengukuran Produktivitas Kondensat AC.....	49
14. Sampel pada Uji Parameter Metode DOE-WQI.....	49
15. Sampel Uji Parameter Fisika, Kimia dan Mikrobiologi.....	50
16. Volume Kondensat AC berdasarkan Merek dan Umur AC.....	63
17. Data Produktivitas Kondensat AC	64

18. Hasil Uji Kualitas Kondensat AC	65
19. Parameter DO Kondensat AC	68
20. Parameter BOD Kondensat AC	70
21. Parameter COD Kondensat AC	71
22. Parameter NH ₃ -N Kondensat AC.....	72
23. Parameter TSS dan TDS Kondensat AC.....	73
24. Parameter pH Kondensat AC.....	74
25. Sub Index Parameter dan Nilai WQI	76
26. Hasil Uji Parameter Logam.....	77
27. Hasil Uji Kualitas Kondensat AC setelah Filtrasi.....	79
28. Hasil Uji Kualitas Kondensat AC setelah Filtrasi.....	79
29. Hasil Uji Kualitas Kondensat AC setelah Filtrasi.....	79
30. Volume Total Kebutuhan Air di Gedung E	86
31. Volume Total Produktivitas Kondensat AC di Gedung E	86
32. Biaya Pemakaian Air Kemasan Tahun Ke-1	86
33. Biaya Pemakaian Air Kemasan Tahun Ke-2	87
34. Biaya Pemakaian Kondensat AC Tahun Ke-1	87
35. Biaya Pemakaian Kondensat AC Tahun Ke-2.....	87
36. Aliran Kas Tahun Pertama Pemakaian Kondensat AC.....	89
37. Tabel Aliran Kas Tahun Ke-2 Pemakaian Kondensat AC.....	90
38. Tabel Kapasitas AC.....	93
39. Hubungan Luas Ruang dan Kebutuhan Panas	96
40. Hubungan Luas Ruang dan Volume Kondensat AC.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Potret Kekeringan di Somalia	2
2. Tanah retak akibat kekeringan di Somalia	3
3. Hewan mati akibat kekeringan di Somalia.....	3
4. Type AC Split	15
5. Alat Pemurni Air Sederhana	37
6. Gravity-Fed Filtering System.....	37
7. J Water Filter RO, Rp. 3,5 Juta	39
8. Water Flo Deluxe, Rp. 2- 5 juta	39
9. Bio Ken – Sigma, Rp. 6-8 Juta.....	39
10. Nesca, Rp. 1-1.5 Juta.....	40
11. Pure It Unilever, Rp. <1 Juta.....	40
12. Wilayah Penelitian di Universitas Lampung	47
13. Gelas Ukur	50
14. Botol Plastik Bersih	51
15. Alat Pengukur pH (pH meter)	52
16. Alat Pengukur Suhu (termometer)	52
17. Botol Kaca Steril	55
18. Alur Metode Penelitian	61
19. Wilayah Penelitian di Universitas Lampung	62

20. Produktivitas Kondensat AC.....	63
21. Volume Kondensat berdasarkan Umur AC.....	64
22. Parameter DO Kondensat AC	69
23. Parameter BOD Kondensat AC	70
24. Parameter COD Kondensat AC	71
25. Parameter NH ₃ -N Kondensat AC.....	72
26. Parameter TSS &TDS Kondensat AC	73
27. Parameter pH Kondensat AC	74
28. Nilai WQI Kondensat AC	76
29. Parameter Logam dengan Baku Mutu Air Minum	77
30. Parameter Logam dengan Baku Mutu Air Minum	78
31. Biaya Pemakaian Air Kemasan dan Kondensat AC	92
32. Hubungan Kebutuhan Panas dengan Volume Kondensat.....	97

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permukaan bumi ditutupi oleh air dengan jumlah sekitar 1,385 juta km³. Diperkirakan 96,5% berupa air laut dan sisanya berupa air tawar dengan jumlah 2,53% es di kutub, 0,93% air asin. Jumlah total air tawar diluar es di kutub adalah $10.665,11 \times 10^3 \text{ km}^3$ (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Tabel 1. Distribusi Air Tawar Di Permukaan Bumi

No.	Lokasi	Luas (10 ³ km ³)	Volume (10 ³ km ³)	Kedalaman (m)	% thd Total air tawar	Total (%)
1.	Air tanah tawar	134,8	10.530	78,12	98,73	98,89
2.	Air tanah dangkal	82	16,5	0,2	0,15	
3.	Danau air tawar	1,2	91	75,83	-,85	1,11
4.	Rawa/ Payau	2,7	11,47	4,25	0,11	
5.	Sungai	148,8	2,12	0,01	0,02	
6.	Air hidrologi	510	1,12	0,0022	0,01	
7.	Air diudara	510	12,9	0,0253	0,12	
	Total air tawar		10.665,11	158,44	100	100

Sumber : Kodoatie & Sjarief, 2010

Sumber daya air tawar jumlahnya sangat terbatas dan penyebarannya tidak merata. Air tawar yang dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia hanya sekitar 31,1% dari seluruh jumlah air tawar yang berada di sungai, danau dan penampungan di alam (Shiklomanov, 1998 dalam Desmawati, 2014).

Air merupakan elemen yang signifikan bagi kehidupan makhluk hidup baik hewan, tumbuhan, dan manusia. Air juga penting bagi kelestarian alam beserta isinya. Kita menggunakan air diberbagai aspek kehidupan misalnya pertanian, industri, rumah tangga, perikanan, rekreasi, dan berbagai aktivitas hidup lainnya. Pada umumnya manusia mengandalkan penggunaan air tanah (sumur dangkal/dalam) sebagai bahan baku air minumnya. Permasalahan timbul ketika cadangan air tanah yang ada semakin berkurang.

Permasalahan yang lain adalah air tawar yang ada dipermukaan terkadang tidak dapat langsung digunakan. Hal itu disebabkan karena berbagai kondisi, jumlah air terlalu banyak, terlalu sedikit dan terlalu kotor (Hatmoko, 2011). Selain itu hanya sebagian orang yang dapat mengakses air tanah dengan mudah, yang lain mengalami kesulitan dalam mendapatkannya. Penggunaan air minum kemasan secara terus menerus juga menghabiskan biaya yang tidak sedikit.



Gambar 1. Potret Kekeringan di Somalia
(Reuters, 2017)



Gambar 2. Tanah retak akibat kekeringan di Somalia
(Reuters, 2017)



Gambar 3. Hewan mati akibat kekeringan di Somalia
(Reuters, 2017)

Kebutuhan air bersih terus mengalami peningkatan yang disebabkan oleh penambahan jumlah penduduk serta meningkatnya pencemaran sumber air terutama di daerah perkotaan. Masyarakat mulai mencari alternatif sumber air untuk memenuhi kebutuhan hidup akan air bersih. Salah satu cara adalah dengan melakukan pengolahan terhadap air limbah/buangan.

Limbah didefinisikan sebagai sisa/buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia. Hampir semua kegiatan manusia akan menghasilkan limbah. Limbah tersebut sering kali dibuang ke lingkungan, sehingga ketika mencapai jumlah atau konsentrasi tertentu, limbah tersebut dapat

menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Limbah dapat berwujud padat (organik dan an organik), cair, dan gas (asap hasil pembakaran dan kendaraan bermotor) (PP No.18/1999 Jo.PP 85/1999).

Menurut PP No.18/1999 Jo.PP 85/1999, limbah cair dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelompok yaitu :

1. Air buangan rumah tangga (*domestic wastes water*)

Air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari air ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian, air buangan dari talang atap, air hasil dari pendingin ruangan (kondensat AC) yang pada umumnya terdiri dari bahan-bahan organik.

2. Air buangan industri

Air yang memiliki kandungan zat yang sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri, antara lain nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, logam berat, zat pelarut, dan sebagainya. Oleh sebab itu, pengolahan jenis air limbah ini lebih rumit.

3. Air buangan kotapraja (*municipal wastes water*)

Air buangan yang berasal dari daerah perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat ibadah, dan sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga.

1.2. Identifikasi Masalah

Perlu adanya sumber air alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan sumber air tanah yang jumlahnya semakin menyusut. Udara merupakan salah satu sumber air yang berwujud gas. Air hasil buangan mesin AC (kondensat) merupakan air yang dihasilkan dari udara yang masuk kedalam mesin AC.

Air Conditioner semakin banyak digunakan oleh masyarakat di lingkungan perumahan maupun perkantoran sebagai pendingin ruangan. Apabila dikumpulkan, kondensat yang dihasilkan jumlahnya cukup banyak. Namun pemanfaatan kondensat AC belum dilakukan secara maksimal. Sebagian kecil masyarakat memanfaatkan kondensat AC, untuk mengisi aquarium, air radiator, dan menyiram tanaman. Hal tersebut amat disayangkan, karena kondensat berpotensi sebagai alternatif bahan baku air minum yang bernilai ekonomis lebih tinggi.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut diatas, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kualitas kondensat AC sebagai alternatif bahan baku air minum ?
2. Berapakah nilai ekonomis kondensat AC bila dibandingkan dengan air kemasan ?

3. Bagaimana hubungan umur serta merek mesin AC dengan kuantitas dan kualitas kondensat AC yang dihasilkan?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kualitas kondensat AC sebelum dan sesudah masuk mesin pemurni air.
2. Mengetahui nilai ekonomis kondensat AC jika dibandingkan dengan air minum kemasan.
3. Mengetahui hubungan umur serta merek mesin AC dengan kuantitas dan kualitas kondensat AC.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan menggunakan 4 merek mesin AC yaitu Panasonic, LG, Daikin, serta Sharp.
2. Penelitian dilakukan pada mesin AC dengan kekuatan 1 PK .

1.6. Penelitian Terdahulu

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian tentang analisis kualitas kondensat AC di beberapa lokasi dengan jumlah parameter yang bervariasi. Penelitian sebelumnya tersebut disajikan dalam Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Penelitian Terdahulu tentang Kondensat AC

No	Sumber/ Tahun	Judul	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
1	American Society Heating, refrigerating and Air Conditioning Engineers. ASHRAE Journal (Vol.47, No.6, Juni 2005)	Sistem Perbaikan Kualitas Air Kondensat	Karen Guz	Dengan membuat sistem penampungan air kondensat yang dapat mengumpulkan dan memperbaiki kualitas air kondensat tersebut.	Sistem perbaikan air kondensat yang telah diterapkan sebagian kota misalnya San Antonio, Chicago, Texas Selatan dan Florida, dan Bandar Udara Bahrain (Timur Tengah) telah dapat dirasakan manfaatnya. Produktivitas air kondensat yang cukup tinggi sangat bermanfaat bagi lingkungan karena dapat menghemat pemakaian air tanah. Biaya pembuatan sistem tergantung dari desain dan tujuan penggunaan air kondensat tersebut. Biaya awal pembuatan mungkin cukup tinggi namun dibandingkan manfaat yang didapat masih masuk akal.	2005
2	Lembaga Penelitian Unhas, Buletin Penelitian, Agustus 2006, Vol. III, No. 2, Hal, 109-117.	Analisa Kelayakan Kondensat Sistem Pengkondisian Udara (AC) sebagai Air Minum	Wahyu H. Piarah, dan Zuryati Djafar	Perbandingan antara parameter fisik, kimia dan mikrobiologi air dengan mutu standar pengolahan air di Indonesia	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari parameter fisik; air kondensat AC tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna dan tidak keruh. Pada parameter mikrobiologi juga menunjukkan bahwa air AC tidak mengandung bakteri patogen. Namaun pada parameter kimia dalam air kondensat tersebut terdapat 5 item yang tidak memenuhi standar yaitu adanya kandungan zat organik (KMNO4), Karbondioksida aktif (CO2), Amonia (NHO4), Nitrit(NO2), dan Fenol. Sehingga dapat disimplkan bahwa air kondensat AC layak untuk diminum namun pemanfaatannya harus melalui perlakuan tambahan.	2006

Lanjutan Tabel 2. Penelitian Terdahulu tentang Kondensat AC

No	Sumber/ Tahun	Judul	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
3	Sangupta, M. And Dalwani, R (Editors). 2008. Taal 2007 : The 12th World Lake Conference : 300-303	Seasonal Influence On Water Quality and heavy Metal Concetration in Tasik Chini, Peninsular Malaysia.	M. Shuhaimi Othman, A. Ahmad, I Musrifah dan EC. Lim	Ada 14 parameter yang diuji yaitu : suhu, konduktivitas, turbidity, TDS, Clorophil a, Fosfat, Sulfat, TSS, BOD, COD, DO, PH, NH ₃ , dan SS, dan 6 parameter logam berat (Fe, Al, Zn, Pb, Cu, dan Cd). Dari 14 parameter dan 6 parameter logam berat, kualitas air dihitung dengan metode DOE WQI kemudian diklasifikasikan menurut Metode Interim National Water Quality Standard (INWQS)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air di Tasik Chini masuk ke dalam Kelas II. Berdasarkan INWQS, Suhu, Konduktivitas, TSS, Nitrat, sulfat, dan TDS masuk kedalam kelas I. Parameter DO, BOD, COD, Amonia, Nitrat, pH dan turbidity termasuk kedalam kelas II. Perbandingan dengan status eutrophic menunjukkan konsentrasi clorophil a berada dalam kondisi oligotropis. Kandungan logam berat di Tasik Chini berada dibawah standar kecuali untuk kandungan Fe dan Al. Secara keseluruhan kualitas air dan konsentrasi logam berat di Tasik Chini bervariasi temporal dan spasial.	2007
4	Universitas Diponegoro, Semarang	Pembuatan Air AQUA DM (Demineralized) menggunakan Resin Kation dan Anion	Laila Mustahiqul Falah, Drs Gunawan MSi dan Drs Abdul Haris MSi	Mengalirkan air AC pada resin penukar kation dan anion. Resin kation diaktifkan dengan HCl dan resin anion diaktifkan dengan NaOH. Untuk mengetahui karakteristik kerja resin penukar ion dilakukan pengukuran konduktivitas, TDS (<i>Total Dissolve Solid</i>), serta pH pada keluaran kolom resin penukar kation dan anion. Dan kadar Pb dalam keluaran kolom resin penukar kation dan anion dengan Spektrofotometer Serapan Atom.	Adanya kenaikan pH serta penurunan konduktivitas dan TDS dari air keluaran kolom resin penukar kation dan anion. Selain itu sebagian sampel air AC yang tadinya mengandung logam Pb setelah melewati resin kation dan anion sampel air AC tersebut tidak terdapat logam Pb lagi sehingga air tersebut merupakan air yang bebas mineral air <i>demineralized</i> .	2009

Lanjutan Tabel 2. Penelitian Terdahulu tentang Kondensat AC

No	Sumber/ Tahun	Judul	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
5	International Journal of Civil &Environmental Engineering IJCEE-IJENS Vol: 13 No. 02	Analisa Kualitas Air di Sungai Perlis, Malaysia	W.A.Amne era, NWA Zainun Najib, Siti Rawdhoh MY, dan S. Ragunathan	Sampel diambil dari 3 stasiun, kemudian analisa kualitas air dihitung menggunakan metode DOE -WQI dimana ada 6 parameter yang diuji yaitu konsentrasi DO, BOD, COD, SS, pH dan NH-N.	Dari hasil pemantauan pada stasiun 1, 2 dan 3 daerah penelitian mendapatkan nilai WQI masing-masing 58,30, 61,87 dan 41,64. Pada dasarnya penurunan nilai WQI, menunjukkan tingkat yang lebih tinggi dari pencemaran air di sungai . Menurut DOE WQI, Stasiun 2 dikategorikan sebagai sedikit tercemar karena berada dalam kisaran 60 sampai 80 sedangkan Stasiun 1 dan 3 dikategorikan ke dalam kelas tercemar karena berada dalam kisaran 0 sampai 59.	2012
6	Centre for Water Research and Analysis (ALIR), National University of Malaysia J. Mater. Environ. Sci. 4(4) (2013) 488-495, ISSN :2028 - 2508, CODEN: JMESC�	Analisis Fisikokimia Status Kualitas Air Sungai Bertam di Cameron Highlands, Malaysia	Wan Mohd Afiq Wan Mohd Khalik, Md Pauzi Abdullah, Nur A. Amirudin dan Nurfaizan Fadli	Parameter fisika dari sampel diukur adalah pH, suhu, konduktivitas, TDS, oksigen terlarut, salinitas, amonia nitrogen, COD, BOD, SS, nitrat dan fosfat mengikuti metode standar yang ditetapkan Standar Nasional Malaysia. Nilai rata-rata dari parameter yang diukur dibandingkan dengan Standar Nasional Malaysia untuk Mutu Air Minum (NSDWQ) dan Indeks Kualitas Air Departemen Lingkungan Hidup (DOE WQI).	Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi tingkat sekarang amonia nitrogen, kebutuhan oksigen biokimia dan kimia berada di bawah kategorisasi Kelas II dan III sementara padatan tersuspensi dikategorikan di Kelas IV di musim hujan. Berarti WQI untuk Sungai Bertam pada musim kemarau (78 Kelas II) sedikit lebih baik daripada di musim hujan (74 Kelas III). Oleh karena itu ditunjukkan pada perubahan meteorologi seperti curah hujan yang berpengaruh negatif signifikan terhadap lokasi penelitian. Analisis statistik uji one way ANOVA menunjukkan bahwa semua parameter yang diukur menunjukkan perbedaan yang signifikan kecuali untuk pH, DO, salinitas, COD dan amonia nitrogen.	2012

Lanjutan Tabel 2. Penelitian Terdahulu tentang Kondensat AC

No	Sumber/ Tahun	Judul	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
7	Research Journal of Recent Sciences ISSN : 2277-2502 Vol. 2(10), 10-17, Oktober 2013	Indeks Kualitas Air: Indikator Permukaan Polusi Air di bagian Timur Semenanjung Malaysia	Hossain M.A., Sujaul I.M.* dan Nasly M.A.	Menggunakan 240 sampel air yang dikumpulkan selama 12 bulan . Analisis fisiko-kimia yang komprehensif dilakukan dengan menggunakan APHA dan metode standar HACH analisis. Analisa kualitas air dihitung menggunakan DOE-WQI berdasarkan konsentrasi DO, BOD, COD, SS, pH dan NH-N.	Berdasarkan nilai WQI berikut ini adalah urutan stasiun pemantauan I4 <i3 <I2 <B2 <B3 <I1 <U1 <B1 <S2 <; di mana yang pertama 8 stasiun (bagian sungai) dikategorikan sebagai kelas IV (sangat tercemar) dan yang terakhir 2 diklasifikasikan sebagai kelas III (tercemar). Nilai WQI terendah adalah 35,37 dan nilai tertinggi adalah 57,53. Itu terutama karena konsentrasi rendah dari DO dan konsentrasi tinggi BOD, COD dan NH-N karena kegiatan industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air permukaan daerah itu sangat tercemar dan sesuai dengan INWQS, Malaysia air dari daerah tidak dapat digunakan kecuali untuk keperluan irigasi.	2013
8	Jurnal Itenas Rekayasa, LPPM Itenas No. 2, Vol. XVIII, April 2014	Tinjauan Potensi Timbulan Kondensat AC sebagai Sumber Alternatif dalam Konservasi Air	Dyah Asri Handayani Taroepratje ka	Melakukan pengukuran secara langsung dilapangan, pada bangunan komersil seluas 9.280 m2. Parameter yang diuji adalah alkalinitas, konduktivitas, kesadahan total, orthopsfat, pH, TDS, Suhu, Alumunium, Tembaga dan Seng	Hasil penelitian menunjukan bahwa kondensat AC merupakan salah satu upaya untuk konservasi penggunaan air tanah.. Perlu penelitian lebih lanjut dan rinci untuk mengetahui parameter apa saja yang mempengaruhi timbulan air kondensat tersebut	2014

Lanjutan Tabel 2. Penelitian Terdahulu tentang Kondensat AC

No	Sumber/ Tahun	Judul	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
9	The 7th International Conference on Applied Energy – ICAE2015 Energy Procedia 75 (2015) 1659 - 1665	Integrated systems for air conditioning and production of drinking water – Preliminary considerations	Magrini A., Cattani. L, Cartesegna M, dan Magnani L.	Sistem pendingin yang digunakan menggunakan sistem HVAC yang disesuaikan dengan iklim setempat.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa air yang dihasilkan oleh sistem pendingin dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Namun dibebepara kasus perlu perlakuan tambahan jika air tersebut hendak digunakan untuk minum.	2015
10	Pol. J Environ. Stud. Vol. 25, No. 1 (2016), 231-239 DOI : 10.15244/pjoes/6019	Efektivitas Indeks Kualitas Air untuk Pemantauan Sungai Malaysia	Irena Naubi, N Hassan Zardari, SM Shirazi, Nurul F, Lavania Baloo.	Kualitas air dihitung menggunakan DOE-WQI berdasarkan konsentrasi DO, BOD, COD, SS, pH dan NH-N.	Amonia-nitrogen (NHN) diidentifikasi sebagai polutan utama hilir dari Skudai, dengan nilai WQI terendah (yaitu 38). Nilai WQI untuk Skudai adalah 94 termasuk Kelas I (sangat bersih) kategori kualitas air sungai. Sungai Senai memiliki nilai WQI dari 85 termasuk Kelas II (sedikit tercemar). Namun, Sungai Kempas, yang berada di bagian pinggiran kota dari DAS Skudai, memiliki nilaiWQI 53 (Kelas III, tercemar). Sungai Melana dan Danga juga termasuk kedalam kelas III (tercemar) dengan WQI masing- masing adalah 69 dan 57. Studi kualitas air dari Sungai dan anak-anak sungainya dinilai dari parameter kualitas air lainnya seperti konduktivitas, kekeruhan, suhu, total padatan terlarut, total fosfor, dan nitrogen, yang bukan bagian dari formula WQI DOE, Malaysia. Studi ini menemukan bahwa metode WQI tidak efektif dalam penilaian kualitas air karena banyak parameter penting seperti nutrisi, logam berat, dan coliform fecal (atau E. Coli) yang hilang dalam rumus WQI.	2015

Lanjutan Tabel 2. Penelitian Terdahulu tentang Kondensat AC

No	Sumber/ Tahun	Judul	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
11	Seminar nasional Teknik Kimia “ Kejuangan ” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta ISSN : 1693-4393	Studi Pemanfaatan Kondensat Air Conditioning (AC) Menjadi Air Layak Minum.	Bambang Hari, Dia Anakorin, dan Tesa Mangar Retno	Parameter-parameter yang diuji yaitu laju alir, TDS, bau, pH, suhu dan kekeruhan (NTU) kondensat AC.Selain parameter fisika dan kimia diteliti pula kandungan koliform dan E-coli dengan menggunakan standar metode SNI 01-3553-2006.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari parameter yang diuji,kondensat AC tersebut dapat/layak digunakan sebagai air layak minum.	2016

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Bangunan Hijau

Green Building adalah konsep ‘Bangunan Berkelanjutan’ yang memiliki syarat tertentu, yaitu lokasi, sistim perencanaan dan perancangan, renovasi dan pengoperasian yang menganut prinsip hemat energy, serta harus berdampak positif bagi lingkungan, ekonomi dan social (Sudarwani M, 2012). Menurut Sudarwani (2012), konsep “*Green Building*” memiliki beberapa aspek pelaksanaan antara lain :

- a. Efisiensi Desain Struktur
- b. Efisiensi Energi
- c. Efisiensi Air
- d. Efisiensi Material

Pemanfaatan AC sebagai pendingin ruangan pada dasarnya bertentangan dengan konsep “*Green Building*”. Pada konsep “*Green Building*” yang ditekankan adalah system pengkondisian udara secara alami dengan mengatur keluar masuknya udara, dan hembusan angin yang melalui bangunan. Namun karena beberapa faktor, desain bangunan modern dirancang untuk tertutup sebagian atau sepenuhnya, dan melindungi penghuninya dari kontak langsung dengan lingkungan luar. Sehingga perlu

menggunakan system pengkondisian udara buatan dalam bangunan tersebut (Pemprov DKI, 2012).

Konsep “*Green Building*” yang telah diterapkan terutama didaerah perkotaan, dapat dilakukan pada bangunan baru maupun bangunan existing (lama). Pada penggunaan AC yang sudah ‘terlanjur’ terpasang kita dapat melakukannya dengan cara memanfaatkan air hasil buangnya sehingga pada akhirnya terjadi efisiensi penggunaan air tanah. Selain itu untuk bangunan baru yang ‘terpaksa’ akan memasang mesin AC sebagai alat pengkondisian udara, sebaiknya melakukan efisiensi dalam hal penggunaannya. Hal itu dapat dilakukan dengan cara memilih mesin AC yang ramah lingkungan serta memilih kapasitas PK yang sesuai dengan luas ruangan. Hal tersebut harus dilakukan karena berkaitan dengan aspek efisiensi energy.

2.2. Sistem Pengkondisian Udara

Sistem pengkondisian udara adalah proses pengaturan suhu, kelembaban, kebersihan dan pendistribusian udara guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada didalamnya (Mochtar Asroni,*et al* 2015). Dalam iklim tropis Jakarta, kondisi “nyaman” seperti yang didefinisikan oleh standar bagi Jakarta meliputi suhu ruangan 25 C dan 54% sampai 66% kelembaban relatif (Pemprov DKI, 2012).

Mesin AC (*Air Conditioner*) merupakan suatu modifikasi pengembangan teknologi mesin pendingin yang dimanfaatkan untuk membantu memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh

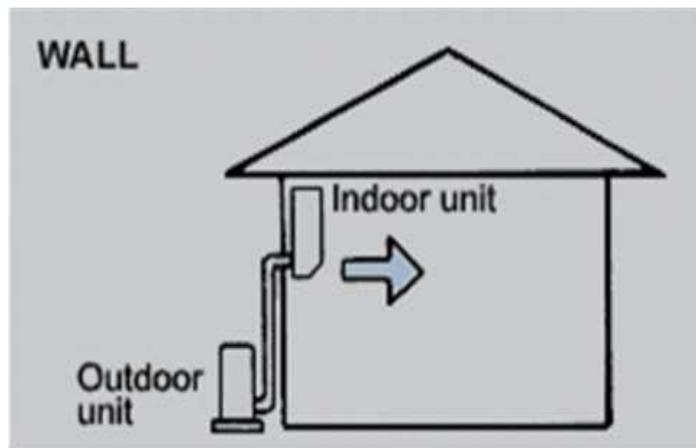
terutama yang bertempat tinggal di wilayah subtropis. Pada penelitian ini mesin AC yang dipakai adalah mesin AC yang bertipe Split. Mesin AC bertipe split terdiri dari :

1. *Outdoor unit* atau *condensing unit*.

Condensing unit dipasang di luar ruangan, yang terdiri dari kondenser dan kompresor dipasang dalam satu wadah/casing

2. *Evaporator/indoor unit/ fan coil unit*

Dipasang di dalam ruangan dengan model peletakan di dinding, di lantai, di langit-langit. Indoor unit terdiri atas unit tunggal atau multi



Gambar 4. Type AC Split
(Sumber : Handoko J, 2007)

Dalam prosesnya, mesin AC menghasilkan kondensat. Kondensat adalah air yang merupakan hasil kondensasi atau pengembunan udara dari lingkungan sekitar yang memiliki suhu rendah (Laila Mustahiqul, *et al*, 2009). Sedangkan berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) kondensat berarti hasil penyulingan yang berupa cairan. Menurut Stoecker, (1996) dalam Wahyu D Piarah, *et al*, (2006), kondensat adalah cairan hasil proses kondensasi udara yang masuk kedalam sistem. Sistem yang terdiri dari

beberapa komponen, yaitu; *compressor* AC, kondensor, *orifice tube*, evaporator, katup ekspansi, dan *evaporator* (Handoko J, 2007).

Menurut (Nawangsi, 1993 dalam Wahyu D, 2006) kondensat sebagai bahan limbah buangan dapat mengandung 3 bahan polutan :

- a. Bahan Terapung
- b. Bahan Terdifusi
- c. Bahan Terlarut

2.3. Standar Kualitas Air

Menurut UU Nomor 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2004).

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

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan 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.

Kualitas air dinyatakan dalam beberapa parameter yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, zat padat terlarut), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, dan kadar logam), dan parameter biologi (keberadaan plankton dan bakteri) (Effendi, 2003). Parameter-parameter digunakan dalam menentukan status kualitas air adalah sebagai berikut

1. pH

pH adalah aktivitas relatif ion hidrogen dalam larutan (*WHO*, 2006) dan merupakan ukuran keasaman atau basa suatu larutan. Besarnya nilai pH antara 0 – 14 dimana pH dibawah 7 bersifat asam dan diatas 7 bersifat basa dan nilai pH 7 adalah netral. pH dengan nilai 6,5-8,2 merupakan kondisi optimum untuk makhluk hidup. pH yang terlalu asam atau terlalu basa akan mematikan makhluk hidup (*Rahayu et al.*, 2009). Air hujan

sebagai sumber air sungai secara alami bersifat asam (pH di bawah 7,0) biasanya sekitar 5,6 tetapi di beberapa daerah meningkat ke tingkat berbahaya antara 4,0 dan 5,0 pH akibat polutan di atmosfer yang diakibatkan oleh karbon hasil pembakaran fosil di udara (Khelmann, 2003). Berubahnya nilai pH dimungkinkan oleh pencemaran yang dihasilkan oleh industri, domestik atau kondisi alam. Air sungai di Indonesia umumnya memiliki nilai pH antara 2 – 10 (Balai Lingkungan Keairan, 2013).

2. Temperatur

Temperatur merupakan parameter fisika yang sangat penting bagi proses metabolisme organisme di daerah perairan. Temperatur dapat bervariasi dipengaruhi oleh musim, letak berdasarkan lintang dan garis edar matahari, waktu pengukuran, kedalaman air serta tinggi terhadap permukaan laut. Perubahan temperatur mempengaruhi proses fisika, kimia dan biologi pada badan air. Kenaikan suhu menyebabkan metabolisme organisme meningkat sehingga kebutuhan oksigen meningkat. Naiknya temperatur 1°C menyebabkan konsumsi oksigen meningkat 10% (Brown, 1987 dalam Efendi, 2003).

3. Oksigen Terlarut / *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen merupakan zat penting yang dibutuhkan semua makhluk hidup begitu pula untuk makhluk hidup di dalam air dalam bentuk oksigen terlarut dalam air. Kadar oksigen yang berkurang dimungkinkan

terjadinya banyaknya mikroorganisme yang terkandung di dalamnya. Oksigen mempunyai peranan penting dalam oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik untuk mengurangi beban pencemaran secara alami maupun secara aerobik untuk memurnikan air buangan industri dan rumah tangga (Salmin, 2005). Besarnya nilai DO untuk sungai di Indonesia berkisar antara 0 mg/l – 9 mg/l (Balai Lingkungan Keairan, 2013) dan kadarnya berubah dipengaruhi oleh suhu dan ketinggian (Rahayu *et al.*, 2009).

Tabel 3. Hubungan temperatur dan oksigen terlarut jenuh (mg/liter) pada suhu tertentu dengan tekanan 760 mmHg

Suhu (°C)	DO (mg/l)	Suhu (°C)	DO (mg/l)	Suhu (°C)	DO (mg/l)
0	14,62	14	10,31	28	7,83
1	14,22	15	10,06	29	7,69
2	13,83	16	9,87	30	7,56
3	13,46	17	9,66	31	7,43
4	13,11	18	9,47	32	7,3
5	12,77	19	9,28	33	7,18
6	12,45	20	9,09	34	7,06
7	12,14	21	8,91	35	6,95
8	11,64	22	8,74	36	6,84
9	11,56	23	8,58	37	6,73
10	11,29	24	8,42	38	6,62
11	11,03	25	8,26	39	6,51
12	10,78	26	8,11	40	6,41
13	10,54	27	7,97		

Sumber : Cole (1983) dalam Efendi (2003)

Kadar oksigen jenuh tercapai jika kadar oksigen terlarut sama dengan jumlah kadar oksigen teoritis (Efendi, 2003). Kadar oksigen tidak jenuh

ketika kadar oksigen lebih kecil dari kadar oksigen teoritis dan persen saturasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Rumus :

$$DO (\%) = \frac{DO_i}{DO_t} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana :

DO_i : DO hasil uji

DO_t : Konsentrasi oksigen jenuh (mg/liter) pada suhu tertentu dengan tekanan 760 mmHg(mg/liter)

Satuan mg/liter setara dengan ppm (*part per million*) dengan asumsi satu liter air memiliki massa (berat) satu kilogram dan berat jenis (densitas) sama dengan satu (Efendi, 2003).

4. ***Biochemical Oxyangen Demand (BOD)***

Biochemical Oxyangen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang digunakan bakteri untuk proses oksidasi bahan organik seperti karbohidrat, protein, bahan organik dari sumber alami dan polusi dan dinyatakan dalam mg/L atau (ppm) (Hach, *et al.*, 1997). Bahan organik mengandung karbon dan hidrogen dari hasil oksidasi menghasilkan karbon dioksida dan air. Nilai BOD digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran di suatu perairan hal ini sebagai indikasi bahwa terjadi proses oksidasi oleh bakteri. Air yang bersih dan dapat digunakan adalah memiliki kadar oksigen yang cukup dan tidak mengandung banyak bakteri yang dapat membahayakan jika dikonsumsi.

5. *Chemical Oxyangen Demand (COD)*

Chemical Oxyangen Demand (COD) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang digunakan proses oksidasi bahan organik seperti karbohidrat, protein, bahan organik dari sumber alami dan polusi dan dinyatakan dalam mg/L atau (ppm) (Hacth *et al.*, 1997). Bahan organik mengandung karbon dan hidrogen dari hasil oksidasi menghasilkan karbon dioksida dan air.

Bahan organik berasal dari tiga sumber utama (Sawyer, *et al.*, 1978 dalam Effendi, 2003) yaitu :

1. Alam misalnya fiber, minyak nabati dan hewani, lemak hewani, alkaloid, selulosa, kanji dan gula;
2. Sintesis, yang meliputi semua bahan organik yang diproses oleh manusia;
3. Fermentasi yang semuanya diperoleh melalui aktivitas mikroorganisme misalnya alkohol, aseton, gliserol, antibiotik, dan asam.

Nilai parameter COD seharusnya lebih besar dari nilai BOD, hal ini disebabkan COD menghitung semua kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi sedangkan BOD hanya memperhitungkan oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri saja.

6. *Total Solid (TS)*

Total padatan (Total Solid) yang terkandung dalam air terdiri dari dua jenis yaitu TSS (*Total Suspended Solid*) dan TDS (*Total Dissolved Solid*).

Secara matematis hubungan TSS, TDS dan TS dirumuskan :

$$TS = TSS + TDS \quad (2.2)$$

Dimana:

TSS : *Total Suspended Solid* (mg/l)

TDS : *Total Dissolved Solid* (mg/l)

a. *TSS (Total Suspended Solid)*

Zat padat tersuspensi atau (*Total Suspended Solid*) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik (Tarigan *et al.*, 2003).

Ada tiga cara utama pengukuran sedimen di badan air dengan parameter kekeruhan (*turbidity*), total padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*), dan kejernihan air (Brash *et al.*, 2001). Konsentrasi dari TSS dapat mempengaruhi kondisi perairan karena konsentrasi yang tinggi dapat mengganggu kehidupan di perairan tersebut yang menghalangi sinar matahari yang membantu tumbuhan untuk melakukan fotosintesis. Daya Hantar Listrik (DHL) air juga

dipengaruhi oleh TSS karena partikel akan menghalangi kemampuan air menghantarkan listrik.

Secara matematis hubungan antara DHL dengan TSS disajikan dengan rumus (2.3) berikut:

$$\text{TSS (mg/l)} = k \times \text{DHL} \quad (2.3)$$

Dimana:

k : koefisien dengan nilai 0,55 – 0,70

DHL : Daya Hantar Listrik ($\mu\text{hos/cm}$ atau μS)

Dalam penelitian ini menggunakan nilai koefisien 0,625 yang dianggap sebagai nilai rata-rata.

b. TDS (*Total Dissolved Solid*)

Total Suspended Solid (TDS) atau Zat Padat Terlarut adalah jumlah total dari semua anorganik termasuk mineral, garam, logam, kation dan anion yang tersebar dalam volume air dan ukuran lebih kecil untuk melalui saringan berukuran 2 mikrometer. Sumber TDS adalah aliran permukaan dari daerah pertanian, perkotaan, air limbah industri, dan sumber-sumber alami seperti daun, lumpur, plankton, dan batu.

7. Ammonia Nitrogen (AN)

Ammonia merupakan zat kimia yang sangat berbahaya dan umumnya digunakan untuk industri plastik, pupuk dan bahan peledak dalam bentuk amonia anhidrat dan amonium hidroksida. Amonia anhidrat diartikan "tanpa air" dan ammonium hidroksida terbentuk ketika gas amonia

dilarutkan dalam air (EPA, 2006). Ammonia yang berada di air sungai merupakan zat sisa yang berasal dari industri dan pupuk yang terbawa ke dalam sungai. Ammonia memiliki 2 (dua) bentuk yaitu $\text{NH}_3\text{-N}$ (amonia tak terionisasi) dan NH_4^+ (amonia terionisasi) dan faktor yang mempengaruhi pH dan suhu dimana $\text{NH}_3\text{-N}$ bersifat racun dengan pH yang tinggi (Sallenave, 2012).

Pembuangan limbah ammonia di Indonesia diatur oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010 mengatur kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ dalam air limbah maksimum 20 mg/l sebelum dibuang ke sungai atau perairan lain atau dapat diatur dalam peraturan daerah yang dikeluarkan oleh walikota/bupati/gubernur.

8. *Unsur Logam*

a. **Fluorida (F)**

Fluorida merupakan elemen dengan reaktivitas tinggi sehingga mudah bereaksi dan ada di alam dalam bentuk mineral seperti *flourspar, cryolite and fluorapatite* (WHO, 2004). Kadar unsur Fluorida di air permukaan memiliki konsentrasi kurang dari 0.1 mg/liter (Lennon *et al.*, 2004). Sumber unsur Fluorida berasal dari limbah industri dan di alam dipengaruhi oleh jenis batuan yang mengandung mineral Fluorida (Fawell *et al.*, 2006).

b. Arsen (As)

Arsen (As) adalah elemen dengan sifat mineral dan senyawa arsen berbeda antara senyawa organik dan anorganik dan sangat kompleks. Senyawa anorganik terpenting adalah *Arsen Trioksida* (As_2O_3 atau As_4O_6) dan senyawa arsen organik sangat jarang dan mahal (Sukar, 2003). Kadar arsen di air sungai terlarut dalam bentuk organik dan anorganik (Braman, 1973 dan Crecelius, 1974 dalam Sukar, 2003). Sumber Arsen yang terlarut dalam air sungai berasal dari kegiatan pertambangan, pertanian dan industri.

c. Selenium (Se)

Selenium merupakan logam yang berasal dari kerak bumi dan konsentrasi normal 50–90 $\mu\text{g}/\text{kg}$ dan di tanah selenium berbentuk selenides (Se^{2-}), amorf (Se^0), Selenites (Se^{4+}) dan Selenates (Se^{6+}) (IPCS, 1987, UK EGVM, 2002 dalam WHO, 2011). Tingkat Selenium dalam air tanah dan air permukaan dari 0,06 mg/ltr untuk sekitar 400 mg / ltr (Smith dan Westfall, 1937, Scott dan Voegeli, 1961, Lindberg, 1968 dalam WHO, 2011). Sumber selenium berasal dari kegiatan pertambangan dan tanah. Tanaman menggunakan selenium dalam alkali tanah untuk proses penyerapan.

9. Minyak

Limbah buangan mengandung minyak yang dibuang langsung ke air lingkungan akan mengapung menutupi permukaan air sebagai akibat berat jenis minyak yang lebih kecil dari air. Lapisan minyak pada

permukaan air dapat terdegradasi oleh mikroorganisme tertentu, tetapi membutuhkan waktu yang lama. Lapisan minyak di permukaan akan mengganggu mikroorganisme dalam air. Hal ini disebabkan lapisan tersebut menghalangi proses difusi oksigen dari udara ke dalam air yang menyebabkan oksigen terlarut akan berkurang dan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air yang mengganggu proses fotosintesa. Sumber limbah berminyak berasal dari kegiatan domestik (rumah tangga) dan kegiatan industri makanan dan pusat-pusat perbelanjaan yang menyediakan tempat penjualan makanan.

10. Total Coliform

Lingkungan perairan dapat tercemari oleh bakteri berbahaya yang berasal dari limbah domestik daerah pemukiman, pertanian dan peternakan. Bakteri *Escherichia Coli* salah satu jenis utama Bakteri *Coliform* umum digunakan sebagai indikator kualitas air yang hidup di kotoran manusia dan hewan (Efendi, 2003). Bakteri *Coliform* sebagai indikasi lingkungan air terkontaminasi bakteri pathogen karena menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker dan zat yang bersifat racun seperti indol dan skatol jika jumlahnya berlebih dalam tubuh manusia (Randa, 2012).

Bakteri *Coliform* total merupakan bakteri aerobik dan anaerobic fakultatif dan bakteri batang (*Rod Shape*) yang bisa memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas dalam waktu 48 jam dengan suhu 38°C. Bakteri yang dominan hidup 97% di kotoran manusia dan hewan adalah

Fecal Coliform dan jenis Bakteri *Coliform* total lain adalah *Citrobacter*, *Escherichia Coli*, *Klebsiella* dan *Enterobacter* (Efendi, 2003).

2.4. Standar Kualitas Air Minum

Standar air minum yang digunakan di Indonesia berdasarkan Permenkes no. 492/ MENKES/ PES/ IV/ 2010 dan sama seperti yang digunakan oleh WHO. Air dianggap layak minum apabila memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif. Berikut ini adalah parameter air minum :

1. Parameter Fisik

- Tidak berwarna / jernih
- Tidak berbau
- Rasa alami

2. Parameter biologis

Tidak mengandung kuman berbahaya seperti bakteri E Coli dan *Coliform*.

3. Parameter kimia

- TDS < 500.

Total *dissolved solid* atau kandungan mineral yang terlarut di dalam air lebih kecil dari 500. Tubuh kita memerlukan mineral yang berguna bagi tubuh. Namun mineral tersebut tidak boleh melebihi batas yang diatur oleh pemerintah.

- pH 6,5-8,5.

Kadar keasaman air yang baik adalah antara 6,5 sampai 8,5.

- Bebas zat kimia beracun.

- Tidak mengandung logam berat
- Tidak mengandung pestisida
- Tidak mengandung bahan radioaktif

Di negara-negara yang maju untuk membuat air mineral, air harus dimurnikan terlebih dahulu setelah itu baru ditambahkan mineral didalamnya, sehingga jumlah dan jenis mineralnya terkontrol. Standar air minum yang masuk klasifikasi air murni diatur oleh USP dengan peraturan No. 23, th. 1995 dengan TDS (*Total Dissolved Solid*/ jumlah zat padat terlarut) max. 10 ppm atau sesuai standard yang dikeluarkan NSF (*National Sanitation Foundation*), air bersih dan murni memiliki TDS kurang dari 40 ppm.

2.5. Indeks Kualitas Air / Water Quality Index (WQI)

2.5.1 Pengertian Indeks Kualitas Air

Indeks kualitas air atau *Water Quality Index (WQI)* adalah alat yang digunakan untuk menggambarkan status kualitas air secara keseluruhan melalui data tentang kualitas air dan sangat membantu untuk pemilihan strategi pengelolaan yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang timbul bagi pembuat keputusan publik dan perundang-undangan (Tyagi *et al.*, 2013). Hasil WQI disajikan dalam angka dengan istilah numerik tunggal seperti tercemar, sedikit tercemar atau baik (Ibrahim *et al.*).

Metode WQI dikenalkan pertama kali oleh Horton tahun 1965 di Amerika Serikat dengan 10 parameter (Tyagi *et al.*, 2013) selanjutnya

dikenal dengan metode NSF-WQI tahun 1970. Pada perkembangannya kemudian dikenal dengan banyak metode yaitu Oregon-WQI tahun 1978, DOE-WQI tahun 1981, DOE-WQI Revisi tahun 2008, Smith's Index tahun 1990 dan Vietnam-WQI tahun 2010 (Ibrahim et al.).

2.5.2 Water Quality Index DOE (Departement Of Environmental)

Malaysia

Metode perhitungan WQI DOE Malaysia menggunakan parameter pH, DO, TSS atau SS, BOD, COD dan AN yang dianggap menyebabkan efek utama seperti perubahan habitat akibat polutan, tercemarnya air tanah, biomagnifikasi, bioakumulasi dan perubahan ekosistem (*Environment Agency*, 2002).

Nilai WQI dihitung dengan menggunakan formula (*Environment Agency*, 2002) :

$$\begin{aligned} \text{WQI} &= 0,22 \text{SIDO} + 0,19 \text{SIBOD} + 0,16 \text{SICOD} \\ &\quad + 0,15 \text{SIAN} + 0,16 \text{SISS} + 0,12 \text{SIpH} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Dimana :

WQI = *Water Quality Index*

SIDO = *Sub-Index DO*

SIBOD = *Sub-Index BOD*

SICOD = *Sub-Index COD*

SIAN = *Sub-Index NH₃-N*

SISS = *Sub-Index SS*

SIpH = *Sub-Index* pH

Formula untuk memperoleh nilai *Sub-Index DO*, *Sub Index BOD*, *Sub Index COD*, *Sub Index AN*, *Sub Index pH* dan *Sub Index SS* untuk menghitung nilai WQI-DOE Malaysia adalah sebagai berikut:

1. *Sub Index DO*

Formula untuk mendapatkan nilai *Sub-Index DO* (SIDO) adalah :

$$SIDO = 0 \text{ untuk } DO \leq 8 \quad (2.5)$$

$$SIDO = 100 \text{ untuk } DO \geq 92 \quad (2.6)$$

$$SIDO = 0,395 + 0,003 DO^2 - 0,0002 DO^3$$

$$\text{Untuk } 8 < DO < 92 \quad (2.7)$$

2. *Sub Index BOD*

Formula untuk mendapatkan nilai *Sub-Index BOD* (SIBOD) adalah :

Untuk $BOD \leq 5$

$$SIBOD = 100,4 - 4,23 BOD \quad (2.8)$$

Untuk $BOD > 5$

$$SIBOD = 108 * \exp(-0,055 BOD) - 0,1 BOD \quad (2.9)$$

3. *Sub Index COD*

Formula untuk mendapatkan nilai *Sub-Index COD* (SICOD) adalah:

Untuk $COD \leq 20$

$$SICOD = -1,33 COD + 99,1 \quad (2.10)$$

Untuk $COD \geq 20$

$$SICOD = 103 * \exp(-0,0157COD) - 0,04COD \quad (2.11)$$

4. *Sub Index AN*

Formula untuk mendapatkan nilai *Sub-Index AN* (SIAN) adalah:

Untuk $AN \leq 0,3$

$$SIAN = 100,5 AN - 105 AN \quad (2.12)$$

Untuk $AN \ 0,3 < AN < 4$

$$SIAN = 94 * \exp(-0,573 AN) - 5 * |AN - 2| \quad (2.13)$$

Untuk $AN \geq 4$

$$SIAN = 0 \quad (2.14)$$

5. *Sub Index SS*

Formula untuk mendapatkan nilai *Sub-Index pH* (SS) adalah:

$$SISS = 97,5 * \exp(-0,00676SS) + 5 * 0,05SS \quad (2.15)$$

Untuk $SS \leq 100$

$$SISS = 71 * \exp(-0,0061x) - 0,015 * 0,05x \quad (2.16)$$

Untuk $100 < x < 1000$

$$SISS = 0 \text{ untuk } SS \geq 1000 \quad (2.17)$$

6. *Sub Index pH*

Formula untuk mendapatkan nilai *Sub-Index pH* (SIpH) adalah

$$SIpH = 17,2 - 17,2pH + 5,02pH^2 \text{ untuk } pH < 5,5 \quad (2.18)$$

$$SIpH = -242 + 95,5pH - 6,67pH^2 \text{ untuk } 5,5 \leq pH < 7 \quad (2.19)$$

$$SIpH = -181 + 82,4pH - 6,05pH^2 \text{ untuk } 7 \leq pH < 8,75 \quad (2.20)$$

$$SIpH = 536 - 77pH + 2,7pH^2 \text{ untuk } pH \geq 8,75 \quad (2.21)$$

Perhitungan metode *WQI-DOE* Malaysia menghasilkan angka antara 1 dan 100 untuk menentukan status mutu air yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Kelas kelayakan air berdasarkan WQI-DOE

No	Nilai WQI-DOE	Kelas Kualitas Air	Deskripsi
1	0 – 40	V	Sangat tercemar
2	41-50	IV	Sangat tercemar
3	51-80	III	Sedikit tercemar
4	81-90	II	Bersih
5	91-100	I	Bersih

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Intreprestasi hasil hitungan *WQI-DOE* Malaysia sesuai peruntukan air adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Kebutuhan Pemakaian Umum

No	Skor	Deskripsi
1	$0 \leq x < 60$	Sangat tercemar
2	$60 \leq x < 80$	Sedikit tercemar
3	$x > 80$	Bersih

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Tabel 6. Suplai Kebutuhan Umum

No	Skor	Deskripsi
1	$0 \leq x < 40$	Tidak diijinkan
2	$40 \leq x < 50$	Meragukan
	$60 \leq x < 80$	Perlu Pengolahan
	$80 \leq x < 90$	Membutuhkan sedikit pemurnian
3	$x > 90$	Tidak perlu pemurnian

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Tabel 7. Kebutuhan Rekreasi

No	Skor	Deskripsi
1	$0 \leq x < 20$	Tidak diijinkan
2	$20 \leq x < 30$	Tampak ada pencemaran
3	$30 \leq x < 40$	Hanya untuk pelayaran
4	$40 \leq x < 50$	Mengkhawatirkan untuk kontak
5	$50 \leq x < 70$	Masih tercemar dan perlu pemurnian bakteri
6	$x > 70$	Layak untuk semua olah raga

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Tabel 8. Kebutuhan Perikanan dan Hewan lain

No	Skor	Deskripsi
1	$0 \leq x < 30$	Tidak diijinkan
2	$30 \leq x < 40$	Mengkhawatirkan
3	$40 \leq x < 50$	Hanya ikan tertentu
4	$50 \leq x < 60$	Meragukan
5	$60 \leq x < 70$	Agak Meragukan
6	$x > 70$	Aman bagi semua jenis ikan

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Tabel 9. Kebutuhan Pelayaran

No	Skor	Deskripsi
1	$0 \leq x < 30$	Tidak diijinkan
2	$30 \leq x < 40$	Masih tampak pencemaran
3	$x > 50$	Dijjinkan

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Tabel 10. Kebutuhan Transportasi Air

No	Skor	Deskripsi
1	$0 \leq x < 10$	Tidak diijinkan
2	$x > 10$	Dijjinkan

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Tabel 11. Intreprestasi Seluruh Hasil Hitungan WQI

WQI	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Deskripsi	Sangat Tercemar						Sedikit Tercemar		Bersih		
Kelas	V				IV	III			II	I	I
Suplai Kebutuhan Umum	Tidak diijinkan				Meragukan	Perlu pengolahan		Membutuhkan sedikit pemurnian	Tidak perlu pemurnian		
Rekreasi	Tidak diijinkan		Tampak ada pencemaran	Hanya untuk pelayaaran	Mengkhawatirkan untuk kontak	Masih tercemar dan perlu pemurnian bakteri		Layak untuk semua olah raga			
Perikanan dan Kebutuhan hewan lain	Tidak diijinkan			Mengkhawatirkan	Hanya ikan tertentu	Meragukan	Agak meragukan	Aman bagi semua jenis ikan			
Pelayaran	Tidak diijinkan			Masih tampak pencemaran	Dijinkan						

Sumber : Susilo dan Febrina, 2011

Kelebihan Metode WQI – DOE Malaysia adalah:

- a. Penggunaan jumlah parameter yang sedikit dapat digunakan untuk menentukan status kualitas air sungai sehingga dapat digunakan jika dana yang tersedia terbatas dan areal pemantauan yang luas untuk menghemat waktu dan biaya;
- b. Metode ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam penentuan kualitas air sungai di Indonesia dengan pertimbangan kondisi alam yang hampir sama dengan Malaysia;
- c. Ketersediaan data yang sedikit tetap dapat digunakan dalam menentukan status kualitas air sungai yang dipantau sehingga dapat menentukan keputusan penting dalam kondisi yang darurat.
- d. Format yang sederhana dan dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi kualitas air secara nyata dalam skala besar (Tyagi et al., 2013)

Kelemahan pada metode WQI –DOE Malaysia adalah :

- a. Penentuan status mutu air tidak memperhitungkan unsur logam yang mungkin sangat berpengaruh dalam mencemari sungai;
- b. Hasil status kualitas air tidak dapat menggambarkan secara detail kondisi kualitas air karena parameter yang digunakan hanya parameter biologi, fisika dan kimia tanpa melibatkan unsur logam.

2.6. Alat Pemurni Air

Alat pemurnian air adalah suatu alat yang berfungsi untuk menjernihkan, memurnikan atau memfiltrasi air. Alat pemurnian air semakin dibutuhkan untuk kelangsungan hidup manusia dan ekosistem karena polusi air semakin meningkat (bau, kuning, kotor, berminyak, berkapur dsb). Air yang sudah terkontaminasi bila digunakan untuk mandi, mencuci, memasak, dan minum, dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan sekitar.

Banyak teknologi pemurnian air antara lain adalah : Disinfektansi (dimasak, *Chlorinisasi*, *Ozonisasi*, dan Sinar *Ultra Violet*), Destilasi, Mikrofiltrasi, dan Filterisasi (*ACTivated Alumina*, *ACTivated Carbon*, *Anion & Cation Exchange*, dan *Reverse Osmosis*). Metode *Reverse Osmosis* dikembangkan sejak tahun 1950an dalam rangka mencari metoda yang ekonomis untuk desalinasi air laut. Metoda ini yang juga dikenal sebagai "*Hyperfiltration*" ini kemudian terus dikembangkan untuk membuang hampir semua kontaminan dari air tersebut.

Berdasarkan bahan dan teknologi yang digunakan ada 2 jenis alat pemurnian air yaitu sebagai berikut :

1. Alat pemurnian air sederhana

Alat pemurnian air ini proses pengolahan air di dalamnya meliputi 2 tahap yaitu:

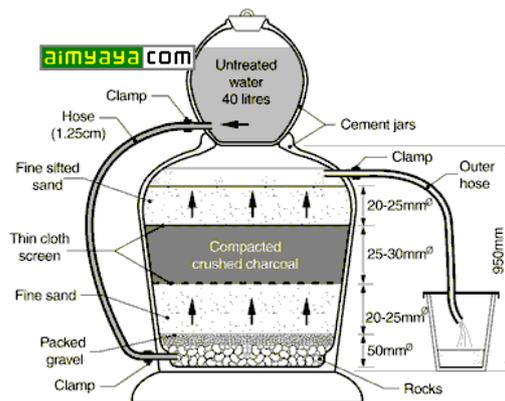
- a. Proses pengendapan
- b. Proses penyaringan dengan arang, koral, kerikil, dan pasir

Keuntungan menggunakan alat model ini adalah :

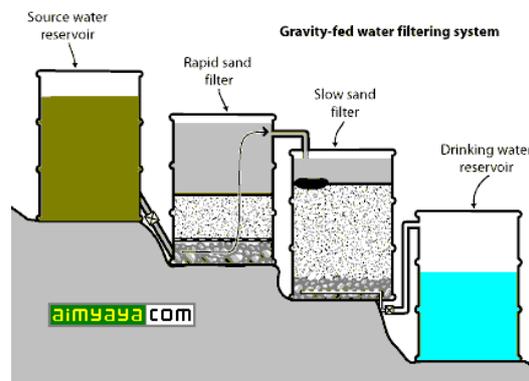
- a. Dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk skala kecil
- b. Biaya pembuatan yang relatif murah dan ekonomis
- c. Pembuatannya mudah dengan teknologi sederhana

Kelemahan menggunakan alat model ini adalah :

- a. Hasil penyaringan harus melalui proses desinfektan sebelum diminum dengan cara dimasak terlebih dahulu.
- b. Bentuk alat yang dihasilkan masih belum praktis, bila dilihat dari desain maupun ukurannya.



Gambar 5. Alat Pemurni Air Sederhana
(Sumber : BWSSUM1, 2013)



Gambar 6. Gravity-Fed Filtering System
(Sumber : BWSSUM1, 2013)

2. Alat pemurnian air modern.

Pada alat ini air mengalami tahapan yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan alat pemurnian sederhana yaitu :

- a. Filterisasi
- b. Mikrofiltrasi
- c. Disinfeksi dengan cara Chlorinasi, Ozonisasi, dan Sinar Ultra Violet

Selain itu sudah menggabungkan dengan teknik pemurnian air modern (*Reverse Osmosis*) yang mampu menghilangkan beberapa kontaminasi/kotoran dalam air seperti padatan terlarut, kekeruhan, asbestos, timbal dan logam berat beracun lainnya. Karbon aktif juga digunakan oleh penjernih air ini karena kemampuannya untuk menghilangkan bahan kimia dalam air terutama menghilangkan kandungan klorin dan dapat meningkatkan kualitas air.

Keuntungan menggunakan alat model ini adalah :

- a. Dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk skala yang lebih besar.
- b. Hasil penyaringan air dapat langsung diminum.
- c. Bentuk alat yang dihasilkan sudah praktis bila dilihat dari desain dan ukurannya.
- d. Hasil penjernihan telah memenuhi syarat kesehatan.

Kelemahan menggunakan alat model ini adalah :

- a. Harga pembelian alat jauh lebih mahal.
- b. Menggunakan teknologi yang lebih modern.



Gambar 7. J Water Filter RO, Rp. 3,5 Juta
 (Sumber : JwaterFilter, 2014)



Gambar 8. Water Flo Deluxe, Rp. 2- 5 juta
 (Sumber : Waterflo, 2016)



Gambar 9. Bio Ken – Sigma, Rp. 6-8 Juta
 (Sumber :Elken Bio Pure, 2013)



Gambar 10. Nesca, Rp. 1-1.5 Juta
(Sumber : Wate –RO, 2011)



Gambar 11. Pure It Unilever, Rp. <1 Juta
(Sumber : Unilever, 2016)

Pada penelitian ini nanti nya akan menggunakan mesin penyaring air dari merek Pure it, Unilever. Penggunaan teknologi mesin pemurni Air (Pure It) dalam pengelolaan kondensat AC dirasa cukup tepat dengan prinsip *Green Building*. Hal itu disebabkan karena mesin pemurni air (*Pure It*) merupakan teknologi yang mudah didapat (*available technology*), digunakan (*applicable*) dan sesuai dengan standar kesehatan (Standar EPA dari USA). Kelebihan mesin penyaring ini dibandingkan dari merek yang lain adalah :

1. Proses penyaringannya telah menggunakan teknologi yang modern, dan melalui 4 (empat) tahapan penyaringan yaitu :
 - a. Tahap Penyaringan Sedimen
Pada tahap ini terdapat saringan serat mikro yang dapat menghilangkan semua kotoran yang terlihat.
 - b. Tahap Penyaringan yang menggunakan Karbon Aktif
Pada tahap ini akan menghilangkan parasit, pestisida, rasa dan bau termasuk klorin yang terdapat pada air
 - c. Tahap Pembunuhan Kuman,
Yang dilakukan dengan menggunakan sinar UV Intensitas tinggi yang dapat menghilangkan bakteri dan virus berbahaya dalam air
 - d. Tahap Penjernihan Air
Pada tahapan ini air akan kembali dijernihkan sehingga akan menghasilkan air yang jernih, tidak berbau, dengan rasa yang alami

Komponen pada tahap b-c-d, berada dalam satu rangkaian alat yang disebut *Germkill Kit*, yang harus diganti setelah memurnikan 1500 liter air.
2. Prosedur pemakaian sangat praktis. Pureit memiliki indikator yang dapat menunjukkan lebih awal kapan perlu mengganti *Germkill Kit* (mekanisme penghentian otomatis). Kapasitas penampungan air yang cukup besar (\pm 18 liter).
3. Tidak memerlukan gas, listrik, dan saluran pipa.

4. Biaya per liter pemurnian air hanya Rp100, jauh di bawah harga air galon dari merek ternama (Rp526/liter), air isi ulang (Rp187/liter), dan air rebus (Rp107/liter).
5. Air terlindungi dari kuman berbahaya penyebab penyakit dengan menggunakan standar terketat EPA (*Environmental Protection Agency*) USA yang menghilangkan log 6 bakteri, log 4 virus, dan log 3 parasit.
6. Harga lebih ekonomis jika dibandingkan mesin penyaring air lain dengan spesifikasi yang sama

2.7. Kebutuhan Air Minum

Menurut (Sunita Almatsir, 2005:220 dalam Reza Imran, 2016), tubuh dapat bertahan selama berminggu-minggu tanpa makanan, tapi hanya beberapa hari tanpa air. Air atau cairan tubuh merupakan bagian utama tubuh, yaitu 55-60 % dari berat badan orang dewasa atau 70 % dari bagian tubuh tanpa lemak (*lean body mass*).

Menurut Reza Imran, (2016) cairan dalam tubuh berfungsi sebagai:

1. Zat pembangun,
2. Pelarut,
3. Pengangkut nutrisi dan zat yang dibuang,
4. Pengatur suhu tubuh,
5. Pelumas,
6. Penahan guncangan.

Menurut Reza Imran (2016), jika tubuh kehilangan banyak cairan, maka tubuh akan mengalami dehidrasi. Ada 3 jenis dehidrasi, antara lain :

- a. *Hypotonic* adalah tubuh kehilangan larutan elektrolit (garam, kalium, klor, kalsium, dan pospat).
- b. *Hypertronic* adalah tubuh kehilangan air
- c. *Isotonic* adalah tubuh kehilangan air dan larutan elektrolit, kondisi ini paling sering terjadi.

Sedangkan bahaya dehidrasi adalah kemampuan kognitif menurun karena sulit berkonsentrasi, resiko infeksi saluran kemih dan terbentuknya batu ginjal, minum yang cukup dan jangan menahan air kemih adalah cara yang paling efektif untuk mencegah infeksi saluran kemih, serta menurunkan stamina, produktivitas kerja melalui gangguan sakit kepala, lesu, kejang hingga pingsan. Kehilangan cairan lebih dari 15% akan berakibat fatal (Manz, Friderich.MD.2005 dalam Reza Imran, 2016)

Menurut (Murray, B,2007 dalam Reza Imran, 2016), penanganan dehidrasi umumnya yang terjadi adalah dehidrasi ringan sampai menengah, sehingga dapat diatasi dengan minum untuk mengganti cairan tubuh yang keluar. Kebutuhan air minum memang beragam. Hal ini tergantung usia, jenis kelamin, dan aktivitas. Jumlah kebutuhan tubuh akan air adalah 1 ml per kilo kalori kebutuhan energi tubuh. Misalnya pada remaja dan dewasa yang kebutuhan energinya 1800–3000 kkal maka kebutuhan cairan berkisar 1.8–3 liter sehari. Umumnya 1/3 nya dipenuhi dari makanan, maka konsumsi air yang diminum langsung sekitar 2 liter sehari.

International Marathon Medical Directors Association (IMMDA), menyarankan untuk mengonsumsi air 0.03 liter/kg berat badan (kgBB)

setiap harinya. Sebagai contoh, jika kita memiliki berat badan (BB) 50 kg, maka kebutuhan air adalah $0.03 \times 50 = 1.5$ liter per hari. Kebutuhan air bagi ibu hamil bertambah 300 ml, sedangkan, ibu menyusui bertambah lebih banyak, yaitu 500-600 ml (Kompas, 2016).

Cara lain untuk mengukur kebutuhan cairan tubuh menurut (Baker, M. Chow, *et al.* 2006 dalam Reza Imran, 2016) adalah sebagai berikut:

1. Orang dewasa adalah 50 cc per kg berat badan,
2. Anak-anak adalah 100 cc utk 10 kg berat badan pertama 50 cc utk 10 kg berat badan kedua 20 cc utk berat badan selanjutnya.

Contoh: anak umur 8 th dengan berat = 23 kg, kebutuhannya $(100 \times 10) + (50 \times 10) + (3 \times 20) = 1.560$ cc.

Namun pendapat para ahli diatas tentunya tidak bisa disamakan seluruhnya. Hal ini hanya disarankan pada individu dengan kondisi tubuh yang normal. Metode yang terbaik untuk menentukan kebutuhan minum yang tak menyebabkan dehidrasi atau pun over hidrasi adalah dengan mendengarkan tubuh dan sesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan.

2.8. Kandungan Mineral dalam Air

Mineral tak diproduksi oleh tubuh, oleh karena itu dibutuhkan asupan mineral dari luar yang dapat diperoleh dari mengkonsumsi air putih.

Menurut dr. Ulul Albab, SpOG (IDI, 2015), idealnya, tubuh kita memerlukan asupan mineral sebanyak 5 persen. Meskipun jumlahnya kecil, jika kebutuhan akan mineral tidak terpenuhi, maka dampaknya bisa berbahaya. Mineral

berfungsi sebagai kofaktor, yaitu senyawa yang penting untuk aktivitas enzim, sekaligus katalisator penyeimbang bagi tubuh manusia. Kekurangan mineral menyebabkan tubuh lebih rentan penyakit. Berikut ini merupakan mineral –mineral yan biasanya terkandung dalam air, yaitu :

1. Kalsium

Menjaga kesehatan tulang dan gigi. Berperan penting dalam proses kontraksi, relaksasi otot, pembekuan darah, dan menunjang imunitas tubuh.

2. Sodium

Menjaga keseimbangan cairan tubuh. Menopang transmisi saraf, kontraksi otot, absorpsi glukosa, dan menjadi alat angkut zat gizi melalui membran sel.

3. Magnesium

Membantu proses pencernaan protein. Memelihara kesehatan otot dan sistem jaringan penghubung. Membantu menghilangkan timbunan lemak di dinding dalam pembuluh darah. Sebagai zat pembentuk sel darah merah berupa zat pengikat oksigen dan hemoglobin.

4. Kalium

Membantu pembentukan sel, pembentukan organ dalam tubuh dan jaringan.

5. Bikarbonat

Memelihara keseimbangan keasaman darah, menyokong proses pencernaan dalam perut.

6. Fluorida, yang berfungsi mencegah gigi dari pembentukan karies , serta menjaga kekuatan tulang dan gigi
7. Natrium membantu menjaga keseimbangan cairan tubuh, mineral jenis ini ditemukan dalam infus yang biasa diberikan untuk menghidrasi tubuh.
8. Silika yang membantu ketuhan dan kelembapan kulit.
9. Zinc, berperan sebagai co-enzim, yang membantu 300 enzim di dalam tubuh. Selain itu, zat ini penting untuk menjaga daya tahan tubuh dan fungsi saraf otak

III.METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi mesin-mesin AC yang ditinjau dalam penelitian ini berada di daerah Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Pengamatan penelitian dilakukan di bulan April s/d Juni tahun 2017, pada mesin AC yang sebagian besar berada di dalam bangunan perkantoran Universitas Lampung. Lokasi sampel mesin AC berada di Fakultas Teknik, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Selain itu sampel mesin AC juga berada di wilayah Kota Bandar Lampung. Rincian lokasi disajikan pada Tabel 12 dan 13.



Gambar 12. Wilayah Penelitian di Universitas Lampung
(Sumber :Google Maps, 2017)

3.2. Teknik Sampling

Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode random sampling, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mencari mesin AC yang masih aktif memproduksi kondensat pada empat merek mesin AC (Panasonic, Sharp, LG dan Daikin) dengan ketentuan tiap merek sebanyak tiga buah sampel.
2. Menyusun sampel mesin AC aktif yang telah didapatkan kedalam daftar sampel sesuai dengan merek dan umur yang diperlukan.

3.2.1 Produktivitas Kondensat

Pemilihan sampel untuk pengukuran produktivitas dilakukan secara random pada mesin AC yang masih memproduksi kondensat. Sampel yang digunakan dalam pengukuran produktivitas kondensat AC dapat dilihat pada Tabel 12 dan 13 dibawah ini :

Tabel 12. Sampel Pengukuran Produktivitas Kondensat AC

No.	Mesin AC	Kode Sampel	Lokasi
1	Panasonic (< 2 Tahun)	P1	Fak. Ekonomi, Ged. B , R. 101
2	Panasonic (2-4 Tahun)	P2	Fak. Ekonomi, Ged. B , R. 103
3	Panasonic (> 4 Tahun)	P3	Fak. Ekonomi, Ged. B , R 106
4	Sharp (< 2 Tahun)	S1	Jl. Mata Air No 26, kemiling
5	Sharp (2-4 Tahun)	S2	Fak. Pertanian, Ged. Pasca, R.1.2
6	Sharp (> 4 Tahun)	S3	Fak. Ekonomi, Ged.C , R.106
7	LG (< 2 Tahun)	L1	Fak. Teknik, Lab. Hidro, R. Ka.Lab
8	LG (2-4 Tahun)	L2	Fak. Teknik, Lab. Anstruk
9	LG (> 4 Tahun)	L3	Jl. Pramuka, Kav. Raya, Lk.1
10	DAIKIN (< 2 Tahun)	D1	Fak. Ekonomi, Ged. , R.

Lanjutan Tabel 12. Sampel Pengukuran Produktivitas Kondensat AC

No.	Mesin AC	Kode Sampel	Lokasi
11	DAIKIN (2-4 Tahun)	D2	Fak.Teknik, Lab. Jalan
12	DAIKIN (> 4 Tahun)	D3	Fak. Teknik, Lab. Mektan, R. KaLab

Tabel 13. Sampel Pengukuran Produktivitas Kondensat AC

No.	Mesin AC	Kode Sampel	Tahun Pembelian	Lokasi
1	Panasonic	P ₁	2016	Fak. Ekonomi, Ged. B , R. 101
2	Panasonic	P ₂	2015	Fak. Ekonomi, Ged. B , R. 103
3	Panasonic	P ₃	2014	Fak. Ekonomi, Ged. B , R 106
4	Panasonic	P ₄	2013	Fak. Teknik , Ged.A , R. 2.1
5	Panasonic	P ₅	2008	Fak. Ekonomi, Ged.E , R. 204
6	Panasonic	P ₆	2006	Fak. Ekonomi, Ged. B , R. 108
7	Panasonic	P ₇	2005	Fak. Ekonomi, Ged. B , R. 113

3.2.2 Uji Kualitas Kondensat I

Pada uji kualitas kondensat I, dilakukan pemeriksaan terhadap parameter metode DOE –WQI dan kandungan logam. Sampel yang digunakan adalah sampel mesin AC LG yang digunakan pada pengukuran produktivitas kondensat AC dengan pertimbangan mesin AC LG tersebut menghasilkan jumlah volume kondensat terbanyak dibandingkan dengan produktivitas Mesin AC merek lain.

Tabel 14. Sampel pada Uji Parameter Metode DOE-WQI

No.	Mesin AC	Kode Sampel	Lokasi
1	LG (< 2 Tahun)	L1	Fak. Teknik, Lab. Hidro, R. Ka.Lab
2	LG (2-4 Tahun)	L2	Fak. Teknik, Lab. Anstruk
3	LG (> 4 Tahun)	L3	Jl. Pramuka, Kav. Raya, Lk.1

3.2.3 Uji Kualitas Kondensat II

Pada uji kualitas kondensat II, dilakukan pemeriksaan terhadap parameter fisika, kimia dan mikrobiologi. Sampel yang digunakan adalah salah satu sampel dari sampel pada uji kualitas kondensat I dengan pertimbangan sampel ini memiliki kualitas yang terburuk dari 3 sampel pembandingnya.

Tabel 15. Sampel Uji Parameter Fisika, Kimia dan Mikrobiologi

No.	Mesin AC	Kode Sampel	Lokasi
1	LG (< 2 Tahun)	L1	Fak. Teknik, Lab. Hidro, R. Ka.Lab

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran terhadap mesin-mesin AC.

3.3.1 Variabel Produktivitas

a. Instrumen /Alat

Pada variabel ini alat yang digunakan adalah gelas ukur dan botol plastik yang kondisinya bersih.



Gambar 13. Gelas Ukur

b. Metode

Sebelum pengukuran dilakukan pengaturan suhu terhadap mesin AC yaitu menggunakan suhu 18 °C, yang merupakan suhu terendah dari mesin AC. Setelah dihidupkan mesin AC nya, tunggu hingga \pm 15 menit, sebelum mulai mengumpulkan kondensat. Kondensat yang keluar dari mesin AC ditampung kedalam gelas ukur selama 1 jam sebelum diukur volumenya.

c. Hasil

Hasil pengukuran berupa volume kondensat dengan satuan vol/jam.

3.3.2 Variabel Uji Kualitas Air (Parameter DOE-WQI)

a. Instrumen /Alat

Pada variabel ini alat yang digunakan adalah gelas ukur, botol plastik, botol kaca, pH meter, dan termometer. Semua alat dalam kondisi bersih.



Gambar 14. Botol Plastik Bersih



Gambar 15. Alat Pengukur pH (pH meter)



Gambar 16. Alat Pengukur Suhu (termometer)

b. Metode

Pada penelitian ini pengukuran nilai parameter DOE-WQI (DO, BOD, COD, TSS, dan NH₃-N) dilakukan di laboratorium. Peneliti hanya mengumpulkan kondensat AC yang akan diuji di laboratorium. Selain itu, peneliti mengukur suhu dan pH kondensat pada saat dikumpulkan.

Metode pengumpulan kondensat untuk uji kualitas sama dengan metode sewaktu pengukuran produktivitas kondensat. Dimana sebelum

pengumpulan sampel, terlebih dahulu dilakukan pengaturan suhu terhadap mesin AC. Mesin AC diatur dihidupkan dalam suhu 18 °C, yang merupakan suhu terendah dari mesin AC. Setelah dihidupkan mesin AC nya, tunggu hingga ± 15 menit, sebelum mulai mengumpulkan kondensat. Kondensat yang keluar dari mesin AC dikumpulkan/ ditampung kedalam gelas ukur sehingga terkumpul volume yang diinginkan.

Pengukuran suhu kondensat dilakukan menggunakan termometer yang dimasukan kedalam gelas ukur berisi kondensat AC sesaat setelah dikumpulkan. Sedangkan pengukuran nilai pH kondensat AC dilakukan dengan menggunakan alat pH meter, dengan cara yang sama sewaktu mengukur besar suhu kondensat AC.

c. Hasil

Hasil pengumpulan kondensat AC dengan volume sebesar $\pm 1-1,5$ liter/sampel yang disimpan kedalam botol plastik yang bersih. Sampel – sampel kondensat tersebut dibawa ke Laboratorium yang akan mengeluarkan hasil uji berbagai parameter kondensat AC yang diinginkan.

3.3.3 Variabel Uji Kadar Kandungan Logam

a. Instrumen /Alat

Pada variabel ini alat yang digunakan adalah gelas ukur dan botol plastik yang kondisinya bersih. Khusus untuk pengukuran

kandungan logam, sebelum kondensat yang akan diuji dimasukkan ke dalam botol penyimpanan, sebaiknya botol dan tutupnya dibilas terlebih dahulu dengan kondensat yang akan diuji. Hal itu dilakukan agar mutu sampel terjaga.

Berdasarkan SNI 698957-2008, tahapan pengambilan contoh untuk pengujian total logam dan terlarut, dilakukan sebagai berikut:

1. Bilas botol contoh dan tutupnya dengan contoh yang akan dianalisa;
2. Buang air pembilas dan isi botol dengan sampel hingga beberapa cm di bawah puncak botol .

b. Metode

Sebelum pengukuran dilakukan pengaturan suhu terhadap mesin AC yaitu menggunakan suhu 18 °C, yang merupakan suhu terendah dari mesin AC. Setelah dihidupkan mesin AC nya, tunggu hingga ± 15 menit, sebelum mulai mengumpulkan kondensat. Kondensat yang keluar dari mesin AC dikumpulkan/ ditampung ke dalam gelas ukur sehingga terkumpul volume yang diinginkan.

c. Hasil

Hasil pengukuran berupa kondensat AC dengan volume sebesar 1,5-2 liter/sampel yang disimpan ke dalam botol plastik yang bersih.

3.3.4 Variabel Uji Kualitas Kondensat II

a. Instrumen /Alat

Pada variabel ini alat yang digunakan adalah gelas ukur, botol plastik, botol kaca dan *water purifier (Pure It)*. Semua alat dalam kondisi bersih, terutama botol kaca yang akan digunakan untuk uji parameter mikrobiologi.



Gambar 17. Botol Kaca Steril

b. Metode

Pada penelitian ini pengukuran nilai parameter fisika, kimia dan mikrobiologi dilakukan dilaboratorium. Peneliti hanya mengumpulkan kondensat AC yang akan diuji dilaboratorium. Metode pengumpulan kondensat untuk uji parameter ini sama metode sebelumnya.

Sebelum pengumpulan sampel, terlebih dahulu dilakukan pengaturan suhu terhadap mesin AC. Mesin AC diatur dihidupkan dalam suhu 18 °C, yang merupakan suhu terendah dari mesin AC. Setelah dihidupkan mesin AC nya, tunggu hingga ± 15 menit, sebelum mulai mengumpulkan kondensat.

Kondensat yang keluar dari mesin AC ditampung kedalam gelas ukur sehingga terkumpul volume yang diinginkan. Setelah dirasa cukup banyak ± 2 liter kondensat AC dimasukan ke dalam *water purifier* untuk dipurifikasi. Hasil purifikasi kondensat tersebut yang nantinya akan diuji dilaboratorium.

c. Hasil

Hasil purifikasi kondensat AC dengan volume sebesar $\pm 1-1,5$ liter/sampel yang disimpan kedalam botol plastik yang bersih. Sampel – sampel kondensat tersebut dibawa ke Laboratorium yang akan mengeluarkan hasil uji berbagai parameter kondensat AC yang diinginkan. Khusus pengujian kualitas parameter mikrobiologi volume kondensat yang dibutuhkan adalah sebesar ± 500 ml yang di simpan ke dalam botol kaca steril.

3.4 Teknik Pengawetan Sampel

Pada penelitian ini teknik pengawetan sampel yang digunakan pada pengukuran kualitas kondensat II, karena proses pengambilan sampel sekaligus filtrasi membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga sampel baru dapat dimasukan ke laboratorium keesokan harinya. Hal itu dilakukan dengan cara menyimpan sampel kondensat kedalam lemari pendingin. untuk menjaga kualitas sampel.

3.5 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk mendeskripsikan maksud dan tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

3.5.1 Melakukan Pengukuran Produktivitas Kondensat AC

Pada tahap ini dilakukan pengukuran produktivitas kondensat AC. Sampel kondensat AC yang dikumpulkan kemudian dihitung volume yang dihasilkan selama 1 jam. Setelah didapatkan volume kondensat per jam, maka dihitung volume kondensat per hari dengan analisa waktu kerja selama 6 jam/hari. Data tersebut diperlukan untuk analisa ekonomi pada tahapan penelitian selanjutnya.

3.5.2 Melakukan Uji Kualitas Kondensat AC

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan laboratorium terhadap sampel di Laboratorium Pengolahan Limbah Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung dan Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung. Parameter yang diperiksa adalah data kadar BOD, COD, DO, NH₃N, dan SS yang terlarut dalam kondensat AC tersebut. Data primer yang telah dikumpulkan akan dianalisa untuk menentukan status kualitas kondensat dengan menggunakan metode WQI - DOE Malaysia, yang telah dijelaskan secara rinci pada Bab II. Selain 6 parameter diatas dilakukan juga pengujian kandungan logam berat yang mungkin terdapat dalam kondensat AC tersebut. Parameter logam tersebut antara lain : Pb, Cd, Mn, Cu, Ni, Co, B, Fe, Cr, dan Zn.

3.5.3 Menghitung Nilai Sub Index Parameter DOE – WQI

Pada tahap ini berdasarkan hasil uji kualitas laboratorium dihitunglah nilai masing – masing Sub Index dari tiap parameter uji dengan menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada Bab II.

3.5.4 Menganalisis Hasil Perhitungan Sub Indeks

Pada tahap ini kita menentukan status mutu air dan mendeskripsikan kualitas kondensat menurut metode DOE-WQI dengan menggunakan Tabel 4.

3.5.5 Menganalisis Hasil Uji Kandungan Logam

Pada tahap ini kita menganalisis hasil uji kandungan logam kondensat AC tersebut berdasarkan Permenkes 492/ Menkes/ Per/ IV/2010, tentang persyaratan air minum. Dimana ada 9 (sembilan) parameter logam yang diuji yaitu : Cr, Cd, Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Ni, dan B. Jika setelah dianalisa kualitas kondensat tersebut tidak layak maka dilakukan tahapan selanjutnya yaitu melakukan proses purifikasi kondensat menggunakan *water purifier (Pure It)*. Namun bila telah layak maka langsung di lakukan analisa ekonomi.

3.5.6 Proses Purifikasi Kondensat AC

Pada tahap ini sampel kondensat AC yang telah dikumpulkan sebelumnya dipurifikasi menggunakan alat pemurni air (*Pure It*). Pemilihan *Pure It* dilakukan karena alat tersebut sudah teruji secara klinis di Laboratorium IPB. Oleh alat pemurni air kondensat AC dimurnikan dengan cara menghilangkan virus, bakteri dan parasit

berbahaya serta menghilangkan kotoran yang terkandung didalamnya; sehingga air yang dihasilkan jernih, tidak berbau dengan rasa yang alami. Air yang dihasilkan nantinya akan diambil sebanyak \pm 1-1,5 liter untuk diuji kualitasnya di Laboratorium.

3.5.7 Menguji Kualitas Kondensat AC Setelah Purifikasi.

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap parameter Fisika, Kimia dan Mikrobiologi terhadap sampel kondensat AC di Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung. Kondensat AC diuji kualitasnya apakah sudah memenuhi standar kesehatan persyaratan air minum.

3.5.8 Menganalisis Hasil Uji Kualitas Kondensat setelah Proses Purifikasi

Hasil uji sampel kondensat AC dianalisa dilakukan untuk mengetahui kualitas kondensat AC tersebut apakah layak dikonsumsi atau tidak dengan mengecek tiap parameter yang diuji terhadap baku mutu air minum yang telah ditetapkan (Permenkes 492/Menkes/Per/IV/2010).

3.5.9 Menganalisis Nilai Ekonomi

Pada tahap ini kita menganalisa penggunaan kondensat AC sebagai alternatif air minum. Analisa dilakukan untuk mengetahui nilai ekonomis dari kondensat AC jika dibandingkan dengan produk air kemasan. Analisa kelayakan ekonomi dilakukan dengan menggunakan metode NPV. Namun sebelum dihitung, kita terlebih dahulu membuat analisa kebutuhan air minum pada gedung yang menjadi lokasi penelitian (Gedung E Fakultas Teknik Universitas Lampung).

Langkah –langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai produktivitas kondensat AC yang dapat dihasilkan oleh gedung tersebut
2. Menghitung analisa kebutuhan air minum penghuni gedung.
3. Menghitung nilai penghematan yang dapat dilakukan akibat penggunaan kondensat AC sebagai pengganti air minum kemasan.

3.5.10 Menganalisis Kebutuhan AC pada Ruangan

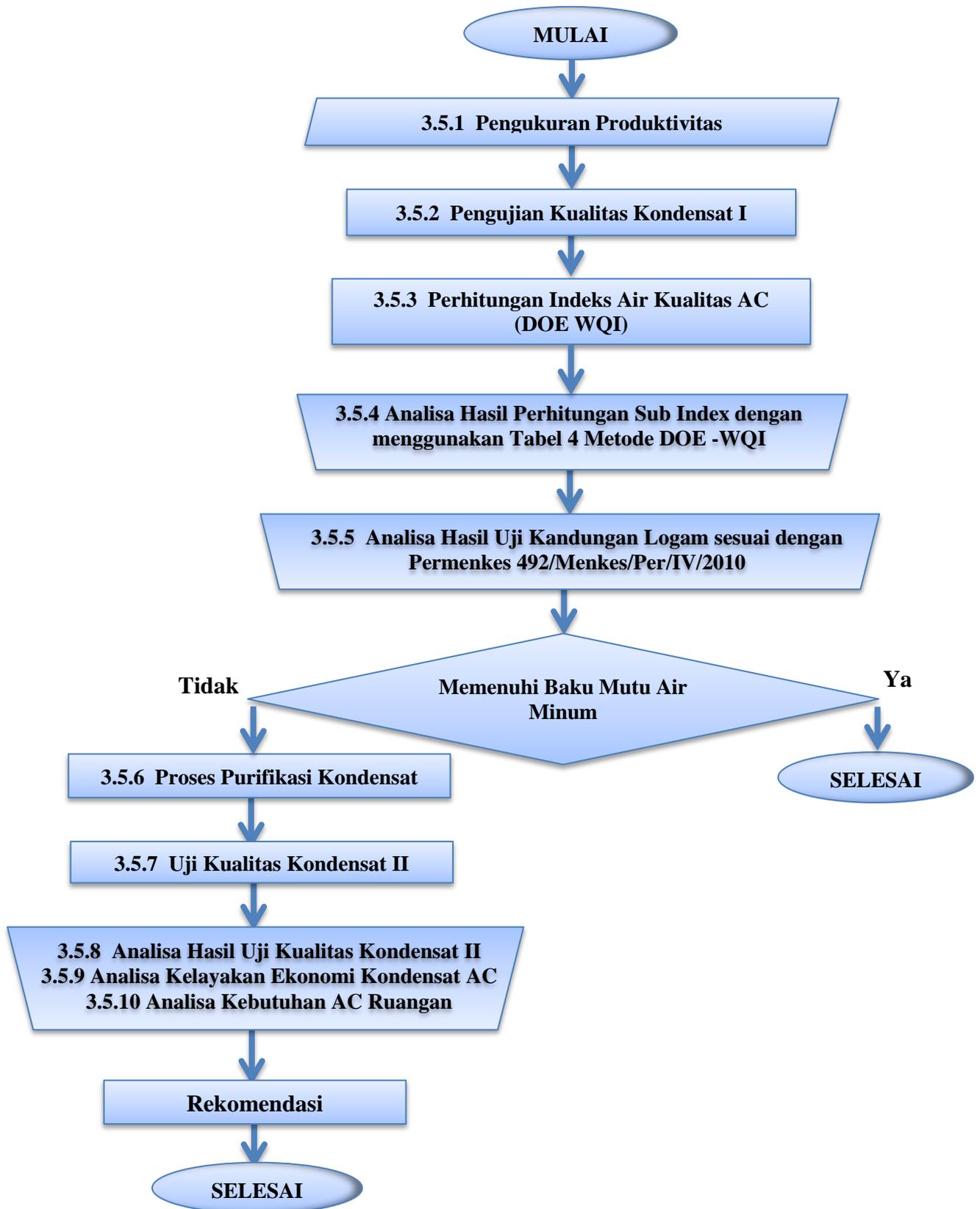
Pada tahap ini kita menganalisa kebutuhan penggunaan mesin AC pada suatu ruangan. Analisa dilakukan pada lokasi penelitian yang sama dengan analisa kebutuhan air minum yaitu pada Gedung E Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Langkah –langkah yang dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan ruangan yang dijadikan sampel penelitian
2. Menentukan luas ruang yang dijadikan sampel penelitian
3. Menentukan kebutuhan panas ruangan.
4. Menentukan kebutuhan mesin AC ruangan.
5. Menganalisis hubungan antara luas ruangan, kebutuhan panas ruangan dan volume kondensat yang dihasilkan.

3.5.11 Membuat Kesimpulan

Dari hasil analisa penelitian diatas kita dapat menarik kesimpulan mengenai kelayakan kondensat AC sebagai salah satu alternatif sumber air minum baik jika ditinjau dari sisi kesehatan maupun dari sisi ekonomi.



Gambar 18. Alur Metode Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sebelum proses pemurnian kualitas seluruh sampel kondensat AC yang diuji menurut metode DOE-WQI termasuk ke dalam kategori kelas III (Sedikit Tercemar) dengan nilai WQI sebesar 57,67; 74,76 dan 75,82. Selain itu dari hasil uji laboratorium nilai kadar amoniak yang cukup tinggi pada yaitu sebesar 3,67 mg/l dan 2,59 mg/l (Sampel 1 dan 3). Sehingga bila hendak digunakan menjadi air minum kondensat harus melewati pengolahan terlebih dahulu menggunakan *Water Purifier (Pure It)*.

Berdasarkan hasil uji laboratorium, kondensat AC yang telah melewati proses pemurnian, dinyatakan aman untuk dijadikan sebagai bahan baku air minum karena seluruh nilai parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi yang diuji berada dibawah batas kadar baku mutu yang ditetapkan.

2. Berdasarkan analisa kelayakan ekonomi penggunaan kondensat sebagai bahan baku air minum dinilai sangat menguntungkan dari sisi ekonomi

(NPV>0). Nilai PP (Payback Period) dinilai cukup cepat sebesar 2,97 bulan sejak dimulainya proyek. Penggunaan kondensat AC sebagai air minum dapat menghemat biaya hingga 73% dari biaya penggunaan air kemasan. Dimana biaya penggunaan kondensat AC adalah sebesar Rp. 1.430.000,-/tahun sedangkan biaya penggunaan air kemasan adalah sebesar Rp. 4.040.000,-/tahun.

3. Dari pengukuran kuantitas dapat dilihat bahwa mesin AC LG menghasilkan volume kondensat terbanyak, sedangkan volume terkecil dihasilkan oleh mesin AC Sharp yaitu sebesar 0,37 l/jam. Dari hasil pengukuran juga didapatkan bahwa terjadi penurunan volume kondensat seiring dengan bertambahnya umur AC namun kualitas kondensat semakin baik dengan semakin bertambahnya umur AC.

5.2. Saran

1. Adanya penelitian lebih lanjut mengenai kondensat AC mengenai pengaruh bahan material mesin AC terhadap kualitas kondensat AC.
2. Bila ada pengujian kualitas sebelum dan sesudah, sebaiknya menggunakan metode yang sama sehingga dalam membandingkan hasil pengujian kesimpulan yang didapatkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Amneera, Najib N, Rawdhoh S, Yusof M, dan Ragunathan S. 2012. Water Quality Index of Perlis River. International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS Vol:13 No:02
- Anonim. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu air.
- Balai Lingkungan Keairan. 2013. *Pengecekan Data Kualitas Air*. Pelatihan Pengelolaan Kualitas. Medan.
- Bambang Hari P, et al. 2016. Studi Pemanfaatan Kondensat Air Conditioning (AC) Menjadi Air Layak Minum. Fakultas Teknik, Universitas Ahmad Yani, Bandung. ISSN 1693-4393
- Brash, J, Berman, C. 2001. *Effects of Turbidity and Suspended Solids on Salmonids*. Final Research Report on Research Project T1803 Task 42, USA.
- Desmawati, Eka. 2014. *Sistem Informasi Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Seputih Sekampung*. Tesis Magister Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Dyah Asri Handayani Taroepatjeka. 2014. Tinjauan Potensi Timbulan Kondensat AC sebagai Sumber Alternatif dalam Konservasi Air. Fakultas Teknik Lingkungan, ITENAS, Bandung. LPPM Itenas, No. 2, Vol. XVIII, April 2014
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

- EPA. 2006. *Anhydrous Ammonia Refrigeration System Operator*. EPA-907-B-06-001. USA
- Fawell, J, Bailey, K, Chilton, J, Dahi, E, Fewtrell, L, Magara, Y. 2006. *Fluoride in Drinking-water*. WHO.
- Guz,K. 2005. Condensate Water Recovery. ASHRAE Journal Vol. 47, No. 6, June 2005.
- Handoko J., 2007 Panduan Menjadi Teknisi; Merawat dan Memperbaiki AC
- Hatch, CC, Klein Jr ,RL, Charles RG, 1997, *Biochemical Oxyangen Demand*, Technical Information Series, Amerika Serikat.
- Hatmoko, W, 2011, *Pengantar Pengelolaan Alokasi Air*, Puslitbang Sumber Daya Air Badan Litbang Pekerjaan Umum, Bandung.
- Hossain, Sujaul I.M.dan Nasly M.A. 2013. Water Quality Index: an Indicator of SurfACe Water Pollution in Eastern part of Peninsular. Vol. 2(10), 10-17, Oktober (2013) Res.J.Recent Sciences. Malaysia
- Ibrahim, NA, Ali, ZM, M. Shitan, K. Mengersen, H. Juahir, " *Statistical Perspective Of River SurfACe Water Quality Index*, Malaysia.
- Irena Naubi, et al. 2015. Effectiveness of Water Quality Index for Monitoring Malaysian River Water Quality. Civil and Environmental Engineering Department, Universiti Teknologi PETRONAS. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 25, No. 1 (2016), 231-239 DOI: 10.15244/pjoes/60109
- Khalik, W, 2013. Physicochemical analysis on water quality status of Bertam River in Cameron Highlands, J. Mater. Environ. Sci. 4 (4) (2013) 488-495, ISSN : 2028-2508 CODEN: JMESCN Malaysia
- Khelmann, FJ. 2003. *What is pH and How is it Measured*. pp.18-22.

- Laila Mustahiqul Falah, Drs. Gunawan, M.Si, Drs. Abdul Haris, M.Si. 2009. Pembuatan AQUADM (*Aqua Demineralized*) dari Air AC (*Air Conditioner*) Menggunakan Resin Kation dan Anion. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lennon, MA, Whelton, H, O'Mullane, D, Ekstrand, J. 2004. *Flouride, Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality*.
- Linsley, R.K. Terjemahan Djoko Sasongko. 1991. Teknik Sumber Daya Air J dan 2. Erlangga. Jakarta
- Magrini A., Cattani L., Cartesegna M., Magnani L. 2015. Integrated systems for air conditioning and production of drinking water – Preliminary considerations. International Conference on Applied Energy, Energy Procedia 75 (2015) 1659 – 1665
- Mochtar Asroni, *et al*, 2015. Kaji Eksperimentalkarakteristik Termodinamika dari Pemanasan Refrigerant 12 terhadap Pengaruh Pendinginan. Fakultas Teknik. Institut Teknologi Nasional. MalangJurnal Flywheel, Vol.6, No.1, September 2015. ISSN: 1979-5858.
- Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. 2012. Panduan Penggunaan Bangunan Gedung Hijau Jakarta. Vol. 2. IFC. Jakarta
- Poerbo Hartono, 1992. Utilitas Bangunan. Djambatan. Jakarta
- Rahayu, S, Widodo, RH, Meine Van Noordwijk, Indra Suryadi, Bruno Verbist. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*, World Agroforestry Centre ICRAF Asia Tenggara, Bogor.
- Randa, MS. 2012. *Analisis Bakteri Coliform (Fekal dan Nonfekal) Pada Air Sumur Di Komplek Roudi Manokwari* , Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Papua.
- Republik Indonesia, 2004. UU No. 7 tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber daya Air. Sekretariat Negara. Jakarta

- Republik Indonesia, 2001. PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan Kualitas Air dan pengendalian Air. Sekretariat Negara. Jakarta
- Republik Indonesia, 2004. Kepmen LH No. 115 Tahun 2004 tentang Kualitas Air. Sekretariat Negara. Jakarta
- Republik Indonesia, 1999. PP No. 18/1999 Jo. PP 85/1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Reza Iman Ramdhan. 2016. Hubungan Antara Status Hidrasi serta Konsumsi Cairan Pada Atlet. Universitas Negeri Yogya. Yogyakarta.
- Robert J Kodoatie, *et al* 2010. Tata Ruang Air. Edisi 1., 538 Hlm., Penerbit Andi Yogyakarta
- Sallenave, R. 2012. *Understanding Water Quality Parameters to Better Manage Your Pond*. Mexico.
- Salmin, 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Oseana. Vol. XXX, Nomor 3. Hal 21-26.
- Shiklomanov, IA. 1998. *A Summary of The Monograph World Water Resources*, Rusia.
- Shuhaimi Othman, *et al*. 2007. Seasonal Influence On Water Quality and heavy Metal Concentration in Tasik Chini, Peninsular Malaysia. The 12th World Lake Conference : 300-303
- SNI 03-6572-2001: Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung
- Sudarwani, M. 2012. Penerapan *Green Architecture* dan *Green Building* sebagai upaya pencapaian *Sustainable Architecture*. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Sukar. 2003. *Sumber dan Terjadinya Arsen di Lingkungan*, Jurnal Ekologi Kesehatan Vol. 2 No. 2, hal. 223-228.

- Tarigan, MS, Edward. 2003. *Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) di Perairan Raha Sulawesi Tenggara*. Makara Sains Vol. 7 No. 3, Hal 109-119.
- Tyagi, S, Sharma, B, P. Singh, R. Dobhal, 2013, *Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index*, American Journal of Water Resources Vol. 1, No. 3, hal.34-38.
- Wahyu H. Piarah, et al. 2006. Analisa Kelayakan Kondensat Sistem Pengkondisian Udara (AC) sebagai air minum. Fakultas Teknik Mesin Universitas Hasanudin. Buletin Penelitian, Agustus 2006, Vol. III, No. 2, Hal. 109-117
- WHO. 2004. *Fluoride in Drinking-water*. BACKground document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. USA.
- WHO. 2006. *Guidelines for Drinking-Water Quality*. International Union of Pure and Applied Chemistry. USA.
- WHO. 2011. *Selenium in Drinking-water*. BACKground document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. USA.