

KAJIAN PENGGUNAAN KONDESAT AC SEBAGAI BAHAN BAKU AIR MINUM DARI SEGI KUALITAS DAN KUANTITAS (REVIEW)

Ahmad Herison¹, Ariestina Fanani², Gatot Eko Susilo³, Yuda Romdania⁴
^{1,3,4}Dosen Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung
²Mahasiswa Pasca Sarjana Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung
ahmadherison@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan *Air Conditioner* (AC) yang semakin banyak oleh masyarakat baik di lingkungan perumahan maupun di perkantoran, mengakibatkan adanya air hasil proses pendinginan udara. Air yang dihasilkan jumlahnya cukup banyak, namun pemanfaatannya belum dilakukan secara maksimal. Kegiatan ini bertujuan untuk mereview beberapa penelitian mengenai kondesat AC sehingga akan diketahui metode yang paling efektif dalam menentukan kualitas kondesat AC sebagai bahan baku air minum pada penelitian selanjutnya. Sejauh ini belum banyak penelitian mengenai kondesat AC. Beberapa penelitian hanya menganalisa sebagian parameter dari parameter fisik, kimia, dan bakteriologis. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Wahyu, dkk (2006), yang menganalisa parameter fisik, kimia (*CO₂*, *Amonia*, *Nitrat*, *KMN0₄*, dan *Fenol*) dan mikrobiologi. Kemudian penelitian oleh Laila, dkk (2009), yang hanya menganalisa parameter konduktivitas, TDS, PH dan logam Pb. Lalu penelitian oleh Bambang, dkk (2016) yang meneliti tentang parameter laju alir, fisika (TDS, Turbidity dan pH) dan mikrobiologi. Diantara penelitian tersebut, belum ada yang menggunakan metode WQI untuk menentukan kualitas kondesat AC. Selain itu belum ada pula yang melakukan analisa ekonomi mengenai keunggulan kondesat AC sebagai alternatif sumber air bersih. Oleh karena itu pada penelitian ini kami menggunakan metode DOE WQI untuk mengetahui kualitas sekaligus melakukan analisa ekonomi dari penggunaan kondesat AC tersebut. Pemilihan metode DOE WQI disebabkan karena metode ini dianggap mampu menyederhanakan perhitungan status mutu air hanya dengan mengukur 6 parameter yaitu BOD, COD, DO, *Amonia*, TSS, dan pH. Pengambilan sampel kondesat sebaiknya dilakukan pada rentang waktu yang sama, untuk mendapatkan jumlah volume kondesat yang akurat. Nilai volume tersebut berpengaruh pada analisa ekonomi yang akan dilakukan. Pemeriksaan fisik mikrobiologi, dan logam juga harus tetap dilakukan untuk mengantisipasi temuan pada penelitian sebelumnya. Dapat disimpulkan bahwa metode DOE WQI merupakan metode yang efektif untuk mengevaluasi kualitas kondesat AC jika dibarengi dengan pemeriksaan parameter logam.

Keyword : Kualitas Air, Kondesat AC, Review Penggunaan Kondesat AC

Pendahuluan

Air merupakan elemen yang sangat signifikan bagi kehidupan makhluk hidup baik hewan, tumbuhan, dan manusia.

Semua makhluk hidup memerlukan air untuk membantu metabolisme yang ada didalam tubuh. Kita menggunakan air diberbagai aspek kehidupan misalnya

pertanian, industri, rumah tangga, perikanan, rekreasi, dan aktivitas hidup lainnya. Pertambahan jumlah penduduk serta meningkatnya kondisi sosial dan ekonomi masyarakat, akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan air. Namun pada kenyataannya air yang tersedia jumlahnya relatif tetap, bahkan kualitasnya cenderung menurun karena pencemaran (Hatmoko, dkk 2011)

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(kondesat AC) merupakan air yang dihasilkan dari udara yang masuk kedalam mesin AC. Air tersebut pada umumnya hanya tergenang dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Padahal jika dilihat potensi air buangan AC tersebut sangatlah besar. Hampir ditiap rumah masyarakat terutama pada gedung perkantoran banyak memakai mesin AC sebagai pendingin ruangan. Sehingga apabila dikumpulkan, jumlahnya pasti cukup besar. Air yang berasal dari AC merupakan hasil kondensasi murni dan besar kemungkinan dapat dimanfaatkan (Bambang Hari, dkk 2016)

Kegiatan ini bertujuan untuk mereview beberapa penelitian terdahulu mengenai kondesat AC untuk mengetahui metode yang paling efektif dalam menentukan kualitas kondesat AC pada penelitian selanjutnya. Belum banyak penelitian mengenai kondesat AC. Penelitian yang

telah dilakukan hanya menguji parameter tertentu yang berhubungan dengan tujuan penelitian dan belum menggunakan metode WQI (*Water Quality Index*) untuk mengevaluasi kualitas kondesat. Selain itu belum ada analisa ekonomi mengenai keunggulan penggunaan kondesat AC sebagai alternatif bahan baku air minum.

DOE WQI Malaysia adalah salah satu metode penentuan status mutu air internasional yang telah dikembangkan oleh Malaysia melalui beberapa penyesuaian dengan karakteristik lingkungan dan klimatologi negaranya. Metode ini cukup banyak digunakan oleh para peneliti yang ada di Indonesia karena Malaysia memiliki karakteristik lingkungan, iklim, dan lainnya yang hampir sama dengan Indonesia. Metode ini menyederhanakan perhitungan status mutu air, hanya dengan mengukur 6 (enam) parameter yaitu BOD, COD, DO, amonia, TSS, dan pH yang dianggap menyebabkan dampak perubahan habitat akibat polutan, tercemarnya air tanah, biomagnifikasi, bioakumulasi, dan perubahan ekosistem. Selanjutnya secara berurut, keenam parameter tersebut dikonversi ke nilai-nilai subindeks masing-masing SIBOD, SICOD, SIDO, SIAN, SISS, dan SIPH dengan menggunakan persamaan yang sesuai dengan kadar hasil sampling. Hasil dari WQI-DOE tersebut selanjutnya akan ditentukan indeksinya berdasarkan Tabel berikut.

Tabel 1. Kelas Kelayakan Air berdasarkan WQI-DOE Malaysia

Parameter	Kisaran Indeks		
	Bersih	Sedikit Tercemar	Tercemar
SIBOD	91-100	80-90	0-79
SIAN	92-100	71-91	0-70
SISS	76-100	70-75	0-69
WQI	81-100	60-80	0-59

Sumber : Maisal, 2014

Metode dan Pembahasan

Berikut ini merupakan beberapa penelitian tentang air kondensat AC yang dapat dijadikan referensi pada penelitian selanjutnya. Penelitian pertama dilakukan di kota Makasar, Sulawesi Selatan oleh

Wahyu, dkk (2006). Penelitian tersebut mengenai kelayakan air kondensat AC sebagai alternatif air minum. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan antara parameter fisik, kimia dan mikrobiologi air dengan mutu standar pengolahan air di Indonesia.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Parameter Fisik

No.	Unsur	Sampel		
		I	II	III
1	Berwarna	Tidak	Tidak	Tidak
2	Berbau	Tidak	Tidak	Tidak
3	Berasa	Ya	Tidak	Ya
4	Kekeruhan	0 (Tidak)	0 (Tidak)	0 (Tidak)

Sumber : Wahyu dkk, 2006

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Parameter Mikrobiologi

No.	Pengujian	Sampel			Ket.
		I	II	III	
1	Tot. Bakteri <i>Koliform</i>	11.10 ²	23.10 ²	0	Sel/100ml
2	<i>E.Coli Fekal Coli</i>	0	0	0	Cfu/100ml
3	Non Fekal Koli	5,08.10 ⁶	0,71.10 ⁶	1,26.10 ⁶	Cfu/100ml

Sumber : Wahyu dkk, 2006

Tabel 4. Data hasil Pengujian Parameter Kimia

No.	Unsur	SNI	Sampel			Satuan
			I	II	II	
1	pH	6,5 – 9,2	7,26	6,75	7,61	
2	Jumlah zat Padat	0 -1500	2,38	3,85	8	
3	Zat Organic (KMNO ₄)	0 -10	4,36	4,7	14,4	Mg/l
4	Karbon dioksida (CO ₂)	Max 0	2,34	4,6	6,7	
5	Kesadahan	5 – 10	0,05	0,07	0,03	
6	Calcium (Ca)	Max 200	Tt	Tt	Tt	
7	Magnesium (Mg)	Max 150	Tt	Tt	Tt	
8	Besi (Fe)	Max 10	0,2	0,2	0,2	
9	Mangan (Mn)	Max 0,5	Tt	Tt	Tt	
10	Tembaga (Cu)	Max 1,5	Tt	Tt	Tt	
11	Zink (Zn)	Max 15	Td	Td	Td	
12	Clorida (Cl)	Max 600	Tt	Tt	Tt	
13	Sulfat (SO ₄)	Max 400	5,72	5,72	5,72	
14	Sulfida (H ₂ S)	0	0	0	0	
15	Flourida (F)	0	Td	Td	Td	
16	Amonia (NH ₄)	0	2,07	2,7	7	

17	Nitrat (NO ₃)	Max 200	0,11	0,2	0,22	
18	Nitrit (NO ₂)	0	0,06	0	0,55	
19	Phenolik (Phenol)	Max 0,002	0,06	0,03	0,0497	Ppm
20	Arsen (Ar)	Max 0,05	Td	Td	Td	Mg/l
21	Timbal (Pb)	Max 0,1	Tt	Tt	Tt	
22	Selenium (Se)	Max 0,01	Td	Td	Td	
23	Chromium (Cr)	Max 0,05	Tt	Tt	Tt	
24	Cyanida (CN)	Max 0,05	0	0	0	Ppm
25	Cadmium (Cd)	Max 0,01	Tt	Tt	Tt	Mg/l
26	Air Raksa (Hg)	Max 1	Td	Td	Td	ppb

Sumber : Wahyu dkk, 2006

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa air kondesat AC layak untuk diminum namun pemanfaatannya harus melalui perlakuan tambahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter fisik, pada sampel II kondesat AC tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna dan tidak keruh. Namun pada sampel I dan III sedikit memiliki rasa rokok, yang mungkin disebabkan oleh fungsi ruangan yang merupakan ruangan dosen dan kemahasiswaan yang tidak bebas asap rokok. Lalu pada pemeriksaan parameter mikrobiologi juga menunjukkan bahwa kondesat AC tidak mengandung bakteri patogen. Pada sampel I dan III ditemukan jumlah bakteri koliform yang melebihi ambang batas namun bakteri tersebut adalah bakteri non patogen yang tidak membahayakan. Sedangkan pada parameter kimia dalam air kondesat tersebut terdapat 5 item yang tidak memenuhi standar yaitu : adanya kandungan zat organik (KMNO₄), Karbondioksida aktif (CO₂), Amonia (NHO₄), Nitrit (NO₂), dan Fenol. (Wahyu D, dkk 2006)

Penelitian selanjutnya dilakukan di Kota Semarang oleh Laila, dkk pada tahun 2009. Penelitian ini menganalisa tentang

pemanfaatan air limbah AC menjadi air Aqua *DeMineralized*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan 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, serta pH kondesat AC. Kadar Pb diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan merupakan metode yang tepat untuk mengubah kondesat AC menjadi air Aqua DM. Adanya kenaikan pH serta penurunan konduktivitas dan TDS dari air keluaran kolom resin penukar *kation* dan *anion*. Dimana Aqua bides memiliki nilai TDS, Konduktivitas dan pH yang terendah bila dibandingkan Aqua DM, dan AquaDes. Selain itu sebagian sampel air AC yang 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 *demineralized* (Laila, dkk 2009).

Tabel 5. Hasil analisis kadar Pb dengan ASS

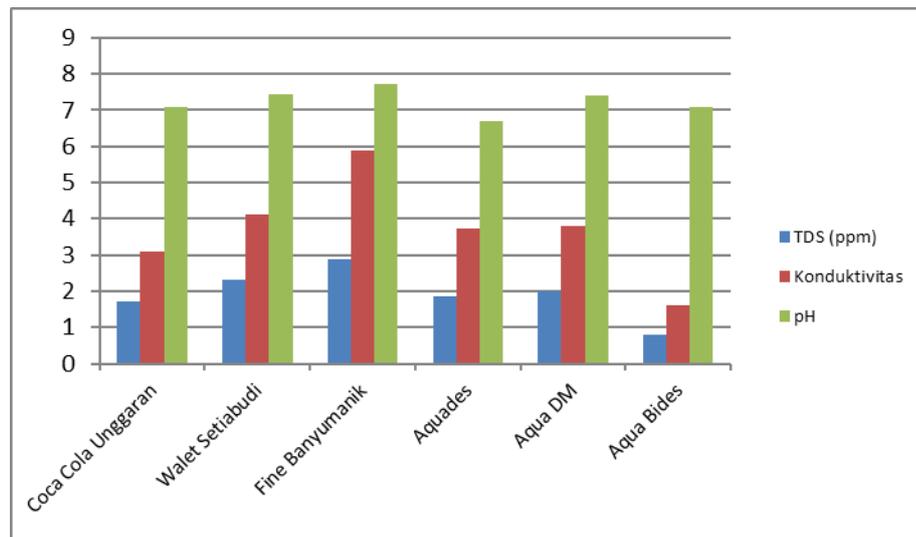
No	Sampel	Kadar Pb	
		Sebelum melewati resin	Sesudah melewati resin
1	Pabrik Coca Cola di Unggaran	0,03	Negatif
2	Studio Foto walet di Setia Budi	Negatif	Negatif
3	Tempat Isi Ulang Air minum Fine Raya di Jati Raya Manik	Negatif	Negatif

Sumber : Laila, dkk 2009

Tabel 6. Perbandingan sampel setelah melewati resin Kation dan Anion

Sampel	TDS (ppm)	Konduktivitas (us)	pH
Pabrik Coca Cola di Unggaran	1,7	3,1	7,09
Studio Foto walet di Setia Budi	2,3	4,1	7,42
Tempat Isi Ulang Air minum Fine Raya di Jati Raya Manik	2,88	5,87	7,71
Aquades	1,86	3,73	6,7
Aqua DM	1,98	3,79	7,4
Aquabides	0,81	1,62	7,1

Sumber : Laila, dkk 2009



Gambar 1. Diagram perbandingan sampel air AC, Aquades, Aqua DM, dan *Aquabides* setelah melewati Resin *Kation* dan *Anion*.

Penelitian kondesat AC selanjutnya berada di Kota Bandung pada tahun 2014. Penelitian yang dilakukan kali ini menganalisa jumlah volume kondesat yang dapat dihasilkan pada bangunan komersil. Hal itu dilakukan untuk

merencanakan sistem plumbing yang terintegrasi dengan jaringan pipa pengumpul kondesat. Metode yang dilakukan adalah dengan cara mengukur langsung dilapangan selama 3 jam di beberapa lokasi pada waktu terpanas

(jam 12 s/d jam 15). Yang hasil penelitiannya dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 7. Hubungan kuantitas kondesat AC dengan kekuatan mesin AC

Kapasitas AC (PK)	Jumlah Lokasi	Nilai Rata – rata (ml)
1/2	3	2210,3
¾	1	1070
1	4	1518
2	2	3369,5

Sumber : Dyah Asri, 2014

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa timbulan kondesat AC memiliki potensi yang menjanjikan sebagai alternatif sumber air terutama pada bangunan komersil diatas 9280 m². Hal itu dapat dilihat dari debit rata-rata kondesat yang dihasilkan yaitu 0,68 l/jam. Jika diasumsikan pemakaian AC dihotel adalah 10 jam maka pada 1 unit AC dapat menghasilkan 6,8 liter/hari. (Dyah, 2014).

Efektifitas metode DOE WQI bila dibandingkan dengan metode WQI yang lain sebenarnya telah diuji. Hal tersebut dilakukan oleh Irene Naubi didaerah DAS Skudai pada tahun 2015. Irene meneliti tentang penurunan kualitas air DAS Skudai beserta anak- anak sungainya selama beberapa tahun terakhir karena praktek pertanian, pembangunan ekonomi, dan kegiatan manusia lainnya. Pada penelitian ini diketahui bahwa *Amonia-nitrogen* (NHN) diidentifikasi

sebagai polutan utama hilir dari Skudai. Selain itu dalam penelitian ini ditemukan bahwa rumus untuk DOE WQI tidak efektif dalam penilaian kualitas air karena banyak parameter penting seperti nutrisi, logam berat, dan *coliform* fecal (*E. Coli*) yang hilang dalam rumus WQI. Hal itu disebabkan karena studi kualitas air DAS Skudai dan anak-anak sungainya juga dinilai dari dari parameter lain seperti konduktivitas, kekeruhan, suhu, total padatan terlarut, total fosfor, dan nitrogen, yang bukan bagian dari formula WQI DOE, Malaysia. (Irene Naubi, dkk 2015).

Penelitian selanjutnya ada di Kota Bandung yang dilakukan oleh Bambang, dkk pada tahun 2016. Dalam penelitian ini Bambang, dkk menganalisa mengenai parameter laju alir, fisika (TDS, Turbidity dan pH) dan mikrobiologi pada kondesat AC. Hasil dari penelitian dapat dilihat dari Tabel dibawah ini.

Tabel 8. Data Parameter Fisika Kondesat

Parameter	Standar yang diperbolehkan	Sampel	
		I	II
Bau	Tidak Berbau	Tidak	Tidak
TDS (mg/L)	500	14,3	14,3
Kekeruhan (NTU)	5	0,77	0,38
Suhu (°C)	Suhu ±3	27	24
Rasa	Tidak Berasa	Tidak	Tidak
pH	6,5 – 8,5	7	7

Sumber : Bambang Hari, dkk 2016

Tabel 9. Data Parameter Mikrobiologi

Hasil	Tanpa Penyaringan	Dengan Penyaringan
MPN Coliform (MPN/ 100 ml)	< 2	< 2
MPN E.coli (MPN/ 100 ml)	< 2	< 2

Sumber : Bambang Hari, dkk 2016

Tabel 10. Data hasil percobaan laju alir

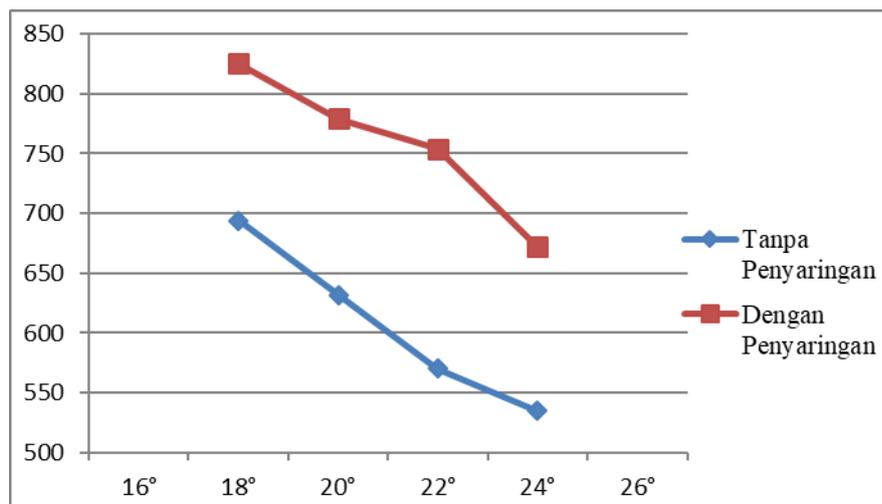
Suhu AC (°C)	Laju Alir tanpa Penyaringan			Laju Alir dengan Penyaringan Karbon Aktif (Ø 2 mm)		
	Volume (ml)	Waktu (Jam)	Laju Alir (ml/jam)	Volume (ml)	Waktu (Jam)	Laju Alir (ml/jam)
24	2675	5	535	3360	5	672
22	2850	5	570	3770	5	754
20	3160	5	632	3895	5	779
18	3470	5	694	4125	5	825

Sumber : Bambang Hari, dkk 2016

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondensat AC layak digunakan sebagai air minum. Pada pemeriksaan parameter mikrobiologi, hasil menunjukkan kadar *E-coli* yang paling rendah. Selain itu di lihat bahwa nilai TDS, pH, dan Turbidity untuk kondensat AC tanpa penyaringan berturut-turut sebesar 14,3; 7; 0,77 dan nilai rata-rata TDS, pH, Turbidity untuk kondensat AC dengan penyaringan

(karbon aktif) adalah sebesar 14,3; 7; dan 0,38 (Bambang Hari, dkk 2016).

Pada penelitian juga ditemukan bahwa kuantitas kondensat cenderung dipengaruhi oleh cuaca. Musim penghujan yang tingkat kelembabannya tinggi akan mengakibatkan semakin banyak udara yang diserap oleh AC yang kemudian dikonversi menjadi fasa cair (Bambang Hari, dkk 2016).



Gambar 2. Grafik Laju Alir terhadap suhu Operasi AC

Dari sekian banyak metode penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, belum terdapat penelitian yang menggunakan metode WQI dalam menentukan status kualitas air kondensat. Selain itu belum terdapat pula penelitian yang melakukan analisa ekonomi mengenai keunggulan penggunaan kondensat AC sebagai alternatif sumber air bersih. Oleh karena itu pada penelitian ini kami akan menggunakan salah satu metode WQI, yaitu metode DOE WQI, Malaysia.

Berikut ini merupakan bahan pertimbangan sewaktu pemilihan metode penelitian antara lain :

1. Metode DOE WQI dipilih karena metode ini dianggap mampu menyederhanakan perhitungan status mutu air hanya dengan mengukur 6 parameter yaitu BOD, COD, DO, Amonia, TSS, dan pH. Metode DOE WQI lebih sederhana bila dibandingkan menggunakan metode WQI yang lain bila dilihat dari jumlah parameter yang dipakai maupun dari segi pelaksanaannya.
2. Metode DOE WQI dianggap paling sesuai, karena Malaysia dan Indonesia memiliki kondisi iklim yang hampir sama.
3. Kekurangan Metode DOE WQI yaitu hilangnya parameter logam dapat diatasi dengan menambahkan parameter logam dalam pemeriksaan.
4. Pemeriksaan fisik dan mikrobiologi juga harus tetap dilakukan untuk mengantisipasi temuan dipenelitian sebelumnya.
5. Penelitian juga sebaiknya dilakukan pada rentang waktu yang sama (jam 12.00 s/d jam 15.00). Hal tersebut disebabkan karena kuantitas kondensat sangat dipengaruhi oleh kelembaban udara.

Kesimpulan

Dari review ini dapat disimpulkan bahwa metode DOE WQI dirasa cukup efektif untuk mengevaluasi kualitas air AC untuk keperluan air minum. Kekurangan metode DOE WQI yaitu tidak mempertimbangkan faktor logam, *nutrisi* dan *koliform* dapat diantisipasi dengan menambahkan pengujian parameter logam dan mikrobiologi.

Referensi

- 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.
- Bambang Hari P, dkk. 2016. Studi Pemanfaatan Kondensat Air Conditioning (AC) Menjadi Air Layak Minum. Fakultas Teknik, Universitas Ahmad Yani, Bandung. ISSN 1693-4393
- Dyah Asri Handayani Taroepratjeka. 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.
- Guz, K. 2005. *Condensate Water Recovery. ASHRAE Journal* Vol. 47, No. 6, June 2005.
- 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
- Hatmoko, W, 2011, *Pengantar Pengelolaan Alokasi Air*, Puslitbang Sumber Daya Air Badan Litbang Pekerjaan Umum, Bandung.
- Irena Naubi, dkk. 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: JMESCJN Malaysia
- 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.
- Linsley, R.K. *Terjemahan Djoko Sasongko*. 1991. *Teknik Sumber Daya Air Jilid 1 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
- Maisal, Mustapa. 2014 *Analisis Kualitas Air Sungai pada Daerah aliran Sungai (DAS) way Keteguhan Bandar Lampung*. Fakultas Teknik Universitas Lampung. Lampung
- Reza Iman Ramdhan. 2016. *Hubungan Antara Status Hidrasi serta Konsumsi Cairan Pada Atlet*. Universitas Negeri Yogya. Yogyakarta.
- Shuhaimi Othman, dkk. 2007. *Seasonal Influence On Water Quality and heavy Metal Concentration in Tasik Chini, Peninsular Malaysia*. *The 12th World Lake Conference* : 300-303
- Wahyu H. Piarah, dkk. 2006. *Analisa Kelayakan Kondesat Sistem Pengkondisian Udara (AC) sebagai air minum*. *Fakultas Teknik Mesin Universitas Hasanudin*. *Buletin Penelitian*, Agustus 2006, Vol. III, No. 2, Hal. 109-117