

**PENERAPAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR SECARA TERPADU
DI PERMUKIMAN KAWASAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
STUDI KASUS : KAWASAN DAS CITARIK, SUB DAS HULU CITARUM
The Application of Integrated Water Treatment
In The Watershed Settlement Area**

Case Study : Citarik Watershed Area, Sub Watershed Area Of Upstream Citarum

¹Elis Hastuti, ²Ida Medawaty, ³Lia Yulia Iriani, ⁴Reni Nuraeni
Pusat Litbang Permukiman, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum
Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan-Kabupaten Bandung 40393

¹E-mail : elishastuti@yahoo.com

²E-mail : dede_meda@yahoo.com

³E-mail : yulia1063@yahoo.com

⁴E-mail : reninur24@gmail.com

Diterima : 22 April 2014 ; Disetujui : 26 Juni 2014

Abstrak

Permukiman di kawasan daerah aliran sungai (DAS) terutama sungai-sungai yang melintasi kota-kota besar pada umumnya merupakan kawasan padat yang minim pelayanan air minum dan sanitasi. Adanya peningkatan dalam pencapaian akses air minum dan sanitasi di beberapa kawasan belum dapat meningkatkan kualitas lingkungan, diantaranya karena teknologi belum sesuai persyaratan dan ekosistem DAS. Tujuan penelitian adalah mengkaji kinerja, keandalan serta pengelolaan teknologi pengolahan air dan sanitasi secara terpadu di kawasan yang memiliki ketergantungan air tanah dan tingginya pencemaran air limbah ke sungai. Pada penelitian ini digunakan metoda eksperimen skala lapangan, dan metoda deskriptif kualitatif dan kuantitatif untuk analisis kinerja teknologi serta pengelolaannya. Hasil penelitian menunjukkan pemanfaatan terintegrasi potensi air permukaan dan penerapan sanitasi yang berorientasi daur ulang dapat meningkatkan upaya minimasi pencemaran dan peningkatan kualitas air sungai serta ekonomi masyarakat. Kinerja unit proses pengolahan air sungai pada kondisi stabil, dapat menghasilkan air olahan di kran umum sesuai bakumutu Permenkes 492/IV/2010. Sementara itu pada unit usaha air, menghasilkan air kemasan, diantaranya kualitas rata rata TDS 24 mg/L, kekeruhan 0,32 mg/L. Sedangkan kinerja unit proses pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal yang terdiri dari biofilter dan pengolahan lanjutan sistem lahan basah buatan, hibrid dan filtrasi pasir, menunjukkan kualitas air olahan yang dapat digunakan untuk kebutuhan kolam ikan, irigasi pertanian atau operasional bank sampah.

Kata Kunci : Teknologi, air minum, air limbah, sungai, daur ulang

Abstract

The dense settlement mostly in watershed urban area (DAS) has a lack of drinking water and proper sanitation access. While the increasing of water and sanitation access in some areas had not been able to improve the environment quality, due to applied technology does not appropriate with technical and watershed ecosystem requirements. The purpose of this research is to assess the performance, reliability and management of integrated water and sanitation technology in the area has high dependency on groundwater and high pollution of domestic wastewater to the river. This research applied field-scale experimental methods and qualitative-quantitative descriptive methods to analyze performance of technology and its management. The result shows that surface water through appropriate water treatment can be considered as an option for drinking water source. In the stable condition, treated water at public taps in accordance with quality standard (Permenkes 492 / IV / 2010), as well as water treatment plant as selling drinking water unit produced has water quality an average TDS of 24 mg/L and turbidity of 0.32 mg/L. Performance of process unit in communal wastewater treatment of biofilter system and tertiary treatment of hybrid constructed wetland and sand filtration system showed reuse water quality for fishponds, agricultural irrigation and solid waste bank operations.

Keywords : Technology, drinking water, waste water, river, reuse

PENDAHULUAN

Penurunan kondisi sungai dan kualitas lingkungan di beberapa daerah aliran sungai (DAS) di

Indonesia, diantaranya disebabkan belum optimalnya pengelolaan dampak permukiman dengan potensi sumber daya alam setempat.

Terindikasi bahwa kawasan DAS terutama sungai-sungai yang melintasi kota-kota besar di Pulau Jawa sebagian besar merupakan kawasan padat yang minim pelayanan air minum dan sanitasi yang layak. Terindikasi pula di beberapa kawasan, terdapat peningkatan dalam pencapaian akses air minum dan sanitasi namun belum dapat meningkatkan kualitas lingkungan DAS, diantaranya karena teknologi belum sesuai persyaratan dan lingkungan DAS sehingga pengelolaan lingkungan yang tepat akan dibutuhkan untuk memulihkan, mempertahankan daya dukung DAS sesuai yang diamanatkan dalam Peraturan Pemerintah No. 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS. Sementara itu pada Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, menyatakan penyelenggaraan sistem penyediaan air minum harus dilaksanakan secara terpadu dengan pengembangan sanitasi.

Pengelolaan DAS merupakan upaya memelihara dan meningkatkan keberlanjutan fungsi hidrologis DAS dan kegiatan manusia yang saling tidak terganggu seperti yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah No. 38 tahun 2011 tentang Sungai. Setiap DAS mempunyai individu ekosistem sehingga dampak perilaku manusia, dan pengelolaannya yang dilakukan dapat bervariasi tergantung karakteristik sungai (Kaule 2000). Untuk mendukung hal tersebut diatas, diperlukan model penerapan teknologi air minum dan sanitasi secara terpadu serta strategi pengelolaan sesuai karakteristik DAS. Pemanfaatan potensi DAS dalam menjamin kebutuhan air minum masyarakat dan penerapan sanitasi yang berorientasi daur ulang dapat meningkatkan upaya minimasi pencemaran sungai dan peningkatan kualitas air sungai. Pemilihan alternatif teknologi yang inovatif penting untuk mengkombinasikan proses biofilter alam maupun proses teknologi lanjut yang sesuai dengan polutan-polutan pada sumber air baku air permukaan maupun potensi air limbah yang dapat dikembangkan sesuai strategi daur ulang. Kajian penerapan teknologi termasuk kinerja proses ataupun keandalan sistem maupun pengelolaannya yang berbasis masyarakat sangat diperlukan untuk mendukung keberlanjutan sistem dalam peningkatan kesehatan masyarakat dan pelestarian sumber daya air.

Terdapat beberapa DAS prioritas sesuai Keputusan Menteri Kehutanan No. 329 tahun 2009 dan DAS sasaran RPJM 2010-2014, diantaranya DAS

Citarum, Ciliwung, Cisadane. Penelitian ini, merupakan bagian dari rangkaian penerapan teknologi air dan sanitasi di kawasan hulu sampai hilir DAS Citarum, yang diharapkan dapat memberikan rekomendasi dalam mendukung *Investment Program* Sungai Citarum, bahwa pada tahun 2023 kesejahteraan, kesehatan dan tingkat kehidupan masyarakat di Wilayah Sungai Citarum dapat diperbaiki secara berarti (ICWRMIP 2013).

METODE

Penelitian penerapan model teknologi air minum dan sanitasi secara terpadu dilaksanakan melalui penerapan skala lapangan, yang berlokasi di permukiman Sub DAS Citarum Hulu yaitu di DAS Citarik, RW 06 dan RW 07, Desa Sindang Pakuon, Kecamatan Cimanggung, Kabupaten Sumedang (Gambar 1). Lokasi tersebut berada di Sub DAS kritis Citarum, ketergantungan sumber air pada air tanah dan tingginya pencemaran air domestik ke sungai. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari pemantauan kinerja selama 8 bulan dan pengelolaan teknologi yang dilakukan oleh masyarakat. Pendekatan ekosistem dan pendekatan praktis digunakan dalam pemilihan teknologi yang berdasarkan pengembangan kriteria desain dari studi Pusat Litbang Permukiman.

Teknik pengumpulan data primer dilakukan dengan pengambilan sampel dan pengujian air hasil olahan di setiap unit proses pengolahan air pada kondisi stabil, yaitu setelah dilakukan pencucian media filtrasi selama sekitar 2 minggu dan pertumbuhan media film pada pasir kuarsa selama 1-2 bulan. Sementara itu pada monitoring unit membran dilakukan secara kontinyu selama waktu pengamatan sekitar 8 bulan. Pengambilan sampel air dilakukan secara komposit dan triplo kemudian dilakukan pengujian setempat untuk beberapa parameter fisik sedangkan pengujian lainnya dilakukan di laboratorium. Sedangkan pada tahap tunak/stabil pengolahan air limbah, dilakukan monitoring kuantitas dan kualitas efluen pengolahan melalui pengambilan sampel secara komposit pada unit-unit proses sesuai ketentuan yang berlaku dan analisis kualitas sesuai parameter fisika, kimia dan bakteriologis. Selain itu dilakukan pengamatan operasi dan reliabilitas operasi model, yang meliputi kendala-kendala teknis selama operasi model.

Tabel 1 Periode Pengujian Kualitas Air Dari Setiap Unit Pengolahan

Teknologi	Titik Sampling	Periode Pengujian Kualitas			Keterangan
		Parameter Fisik	Parameter Kimia	Parameter Bakteri	
Pengolahan Air Sungai	Air sungai	Setiap bulan	Setiap bulan		Parameter fisik : pH, T, kekeruhan, warna konduktivitas Parameter kimia : kesadahan, NO ₃ , Parameter biologi : bakteri E. Coli/ <i>Coliform</i>
	Infiltration gallery Filtrasi berbutir	Setiap minggu Setiap hari	Setiap bulan Setiap minggu		
IPAL komunal -100 KK + Daur Ulang	Membran ro-permeate Kran air-siap minum	Setiap minggu	Setiap minggu	Setiap bulan	Parameter fisik : pH, T Parameter kimia : COD Parameter fisik : pH, T, kekeruhan, TSS Parameter kimia : COD, BOD, NO ₃ , NH ₄
	Tahap seeding dan aklimatisasi Bak pengendap				
	Biofilter-3	Setiap minggu	Setiap minggu		
	Tahap stabil Bak pengendap	Setiap bulan	Setiap bulan		
	Biofilter-1	Setiap bulan	Setiap bulan		
	Biofilter-2	Setiap bulan	Setiap bulan		
	Biofilter-3	Setiap bulan	Setiap bulan		
	Taman sanita-vertikal Taman sanita - Horizontal	Setiap bulan Setiap bulan	Setiap bulan Setiap bulan		
Filter pasir	Setiap bulan	Setiap bulan			

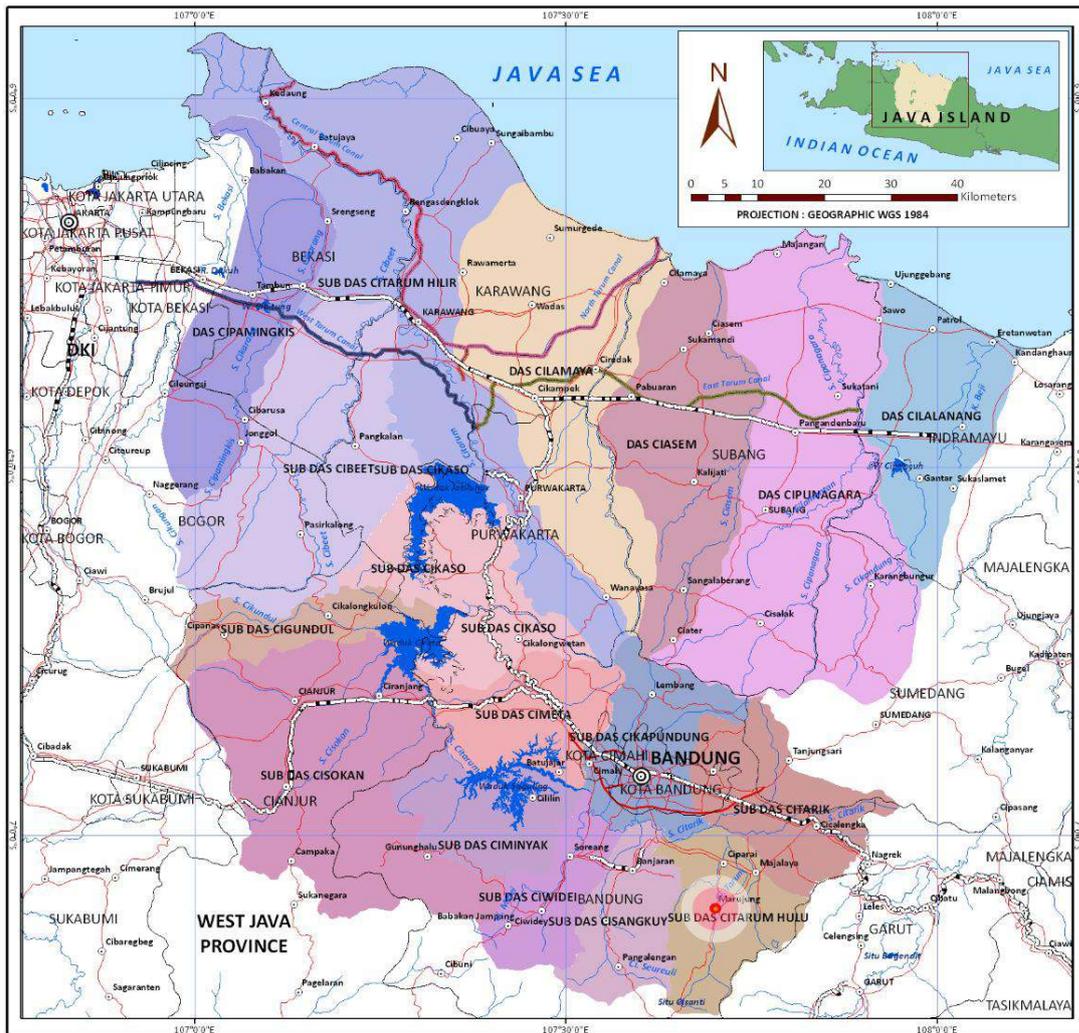
Sementara itu pengumpulan data pengelolaan teknologi diperoleh dari hasil identifikasi, observasi serta pendampingan masyarakat selama tahap sosialisasi, *Forum Group Discussion* (FGD) dan edukasi serta pengelolaan teknologi air minum dan sanitasi. Analisis dilakukan terhadap peran serta masyarakat untuk mendapatkan konsep strategi peran serta masyarakat yang ditekankan pada kemauan dan kemampuan masyarakat dalam hal keikutsertaan dalam pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan sarana penyediaan air minum dan sanitasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

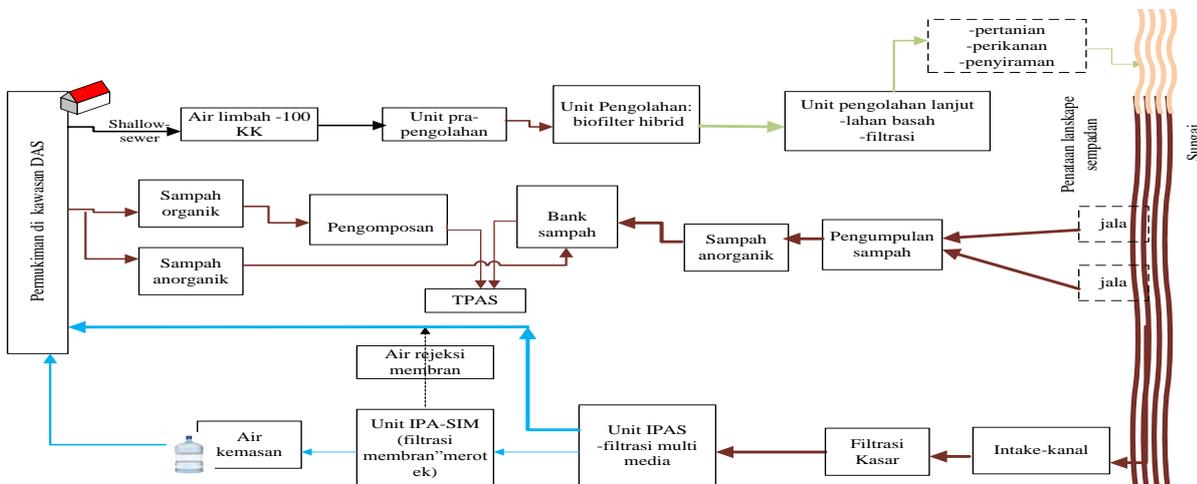
Kawasan permukiman DAS Citarik, salah satunya di Desa Sindang Pakuon, Kecamatan Cimanggung, Kabupaten Sumedang (Gambar 1), bercirikan topografis perbukitan dan masyarakat semi perkotaan, sementara itu pada bagian hilirnya terdapat kawasan industri, penggunaan lahan dan

kepadatan hunian cukup tinggi, namun pertanian masih menjadi mata pencaharian utama. Kondisi sub DAS Citarik tergolong sub DAS kritis Citarum (Dirjen SDA 2012) karena sungai telah tercemari oleh aktivitas rumah tangga dan industri. Sebagian besar sarana sanitasi seperti MCK, IPAL komunal dan cubluk, masih belum memenuhi persyaratan dan sebagian penduduk membuang air limbah langsung ke sungai. Pemenuhan kebutuhan air minum sebagian besar menggunakan air tanah dan mata air sekitar 30 %. Adapun diagram pengolahan air dan sanitasi yang sesuai dengan karakteristik lokasi terpilih ditunjukkan pada Gambar 2. Teknologi air limbah yang diterapkan berorientasi daur ulang dengan mengaplikasikan *shallow sewer* dan IPAL komunal dengan sistem biofilter hibrid (UASB dan biofilter). Sementara itu pengolahan lanjutan untuk daur ulang air limbah menggunakan lahan basah buatan/taman sanita dan filtrasi pasir.





Gambar 1 Lokasi Penerapan Teknologi Air Minum Dan Sanitasi Di Kawasan Hulu DAS Citarum



Gambar 2 Diagram Alir Pengolahan Air Dan Sanitasi

Karakteristik Sumber Air Baku

Potensi air permukaan di lokasi penelitian, selain untuk pertanian juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum sehingga ketergantungan penduduk pada air tanah dapat dikurangi, dimana kawasan Cimanggung tersebut mempunyai

kedalaman muka air tanah diantara 18-64, 64 m bmt (Hamandi, et al. 2006) dan digolongkan kondisi air tanah aman-rusak sesuai Peraturan Daerah Jawa Barat No. 8 tahun 2012. Pengukuran debit dan kualitas air secara rutin dilakukan untuk mengetahui fluktuasi kualitas dan kontinuitas air

Sungai Citarik. Titik pengambilan sampel air permukaan dengan debit kurang dari 5 m³/detik, ditetapkan pada satu titik di tengah sungai pada 0,5 x kedalaman sungai (Effendi 2003). Pada Tabel

2, menunjukkan hasil observasi debit dan kualitas air yang berfluktuasi, terutama parameter kekeruhan dan warna.

Tabel 2 Kualitas Air Baku Dari Sungai Citarik (Sub DAS Citarum)

No	Parameter	Sat	Bulan									Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001				
			Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Juni	Juli	Agst	Sep	Ok	Nov	Des	Gol I
Fisik																
1	Warna	PtCo	14	50	18	40	80	80,0	125,5	20	72,0					
2	Temperatur	°C	25,5	27,95	24,5	24,7	27,5	25,88	26,9	25,9	25,80					
3	Kekeruhan	NTU	93,65	20,65	19,9	18,45	4,53	10,29	47,9	13	54,50					
4	TDS	mg/L	282,8	25	150	32,55	214	32,98	25,6	28,3	21,20	1000	1000			
Kimia																
5	pH	-	6,65	7,63	8,27	6,73	8,76	7,76	7,41	7,27	7,25	6-9	6-9			
6	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	96,96	42,84	32,25	33,83	32,58	63,68	29,82	54,32	98,0					
7	Nitrat (NO ₃)	mg/L	14,46	13,95	14,22	14,89	0,84	0,84	1,55		0,24	10	10			
8	Nitrat (N)	mg/L	3,5	3,15	0,22	2,32	0,19	0,19	0,35	0,28	0,054					
9	Nitrit (NO ₂)	mg/L	0,25	0,07	0,13	0,18	0,003	0,003	0,10		0,151	0,06	0,06			
10	Nitrit (N)	mg/L	0,08	0,02	0,02	0,02	0,001	0,001	0,031	0,151	0,046					
11	Ammonia (NH ₄)	mg/L	0,19	0,1	0,19	0,20	0,17	0,17	0,05		0,42					
12	Ammonia (N)	mg/L	0,16	0,08	0,11	0,11	0,13	0,13	0,04	0,07	0,33	0,5	0,5			
13	Klorida	mg/L	9,47	2,25	2	3	3,75	3,75	1,0	1,75	2,0	600	600			
14	Sulfat	mg/L	24,55	7	6	5,45	7	7	9,50	7,5	6,0					
15	Besi	mg/L	4,16	1,33	2,23	1,42	<0,0001	0,54	2,80	0,49	1,17	0,3	0,3			
16	Mangan	mg/L	1,05	0,04	0,18	0,14	<0,0001	0,0001	0,15	0,04	<0,0001	0,1	0,1			
17	COD	mg/L	32,25		45,66		80					10	25			
18	BOD	mg/L	11,6		14,7		27,5					2	3			
	Debit saluran irigasi	L/det	19,66		413,7	385,4	264,7			331,5						
	Debit sungai utama	L/det	973,4		1598,6	1823	1980			1763						

Sumber : Hasil Lab Balai Air Minum Dan Penyehatan Lingkungan Permukiman (AMPLP), 2013

Ket. :

Kelas I : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas II : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pengambilan sampel air sungai dilakukan secara komposit, yang menunjukkan kekeruhan air sungai sekitar 4,53-93 NTU dan TDS sekitar 21,2-282,8 mg/L. Sedangkan gambaran kadar bahan organik yang dinyatakan dengan BOD telah melebihi baku mutu badan air golongan II, dapat merupakan hasil dari pembusukan bahan organik atau pembuangan air limbah domestik. Fluktuasi kandungan warna yang tinggi pada air baku disebabkan kandungan senyawa organik dan anorganik atau keberadaan ion logam seperti besi atau mangan. Demikian pula dengan kandungan senyawa nitrogen, menunjukkan adanya dekomposisi organik dari aktivitas domestik atau kontribusi dari wilayah pertanian yang menggunakan pupuk secara intensif. Senyawa nitrat telah melebihi baku mutu air golongan I/II, sedangkan nitrit yang pada umumnya mempunyai konsentrasi rendah merupakan senyawa tidak stabil dan berkaitan dengan kandungan oksigen didalam air. Pengolahan air sungai yang akan diterapkan dapat ditujukan untuk penurunan kekeruhan, kandungan organik, senyawa nitrogen dan senyawa minor lainnya.

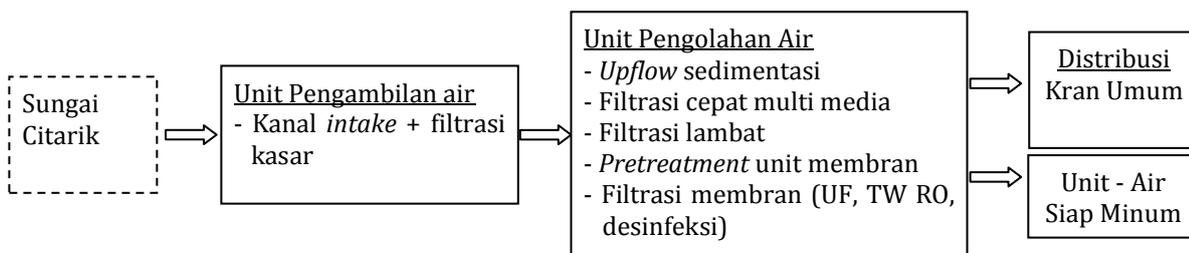
Kinerja Proses Pengolahan Air

Analisis kinerja unit pengolahan air sungai dilakukan pada setiap unit proses, yang terdiri dari intake, unit filtrasi kasar, filtrasi cepat dan filtrasi lambat serta unit membran sesuai diagram alir pengolahan pada gambar 3. Kualitas air olahan di kran umum sebagai produk akhir dari unit filtrasi granular, terjadi penurunan nilai kekeruhan seiring dengan kestabilan proses pada media filtrasi namun tidak berkorelasi dengan penurunan nilai padatan terlarut/TDS yang umumnya konstan di setiap pengamatan (Gambar 4). Kondisi proses pengolahan air pada musim hujan yang umumnya mempunyai kekeruhan meningkat pada air baku karena bahan tersuspensi seperti tanah, masih dapat tersaring pada unit bak pengendap awal dan saringan kasar, namun pembersihan lumpur perlu dilakukan secara rutin. Sementara itu kandungan warna pada air olahan sebagai hasil filtrasi multi media berkisar antara 12-14 PtCo pada Gambar 4, seiring dengan penurunan kekeruhan, kandungan besi atau oksida mangan pada air olahan. Keberadaan ion ferro pada air baku yang tinggi dapat dioksidasi dan direduksi dengan unit filtrasi

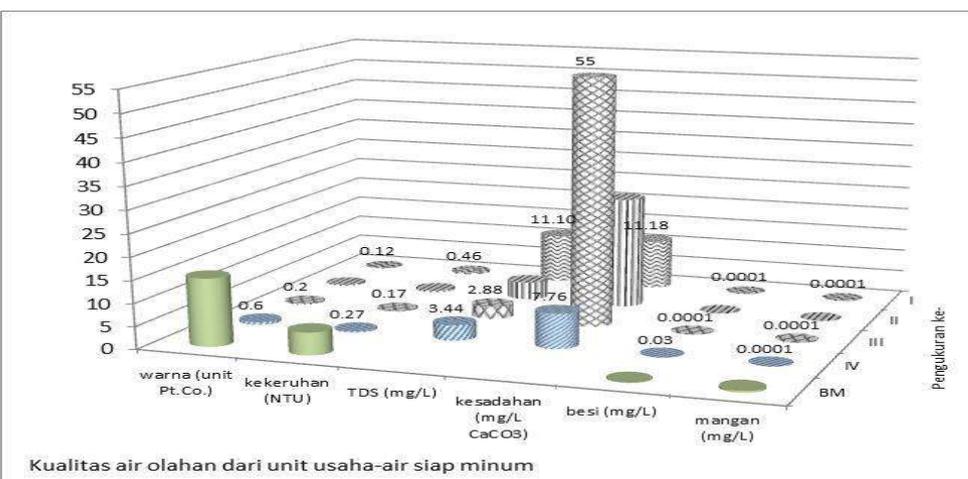
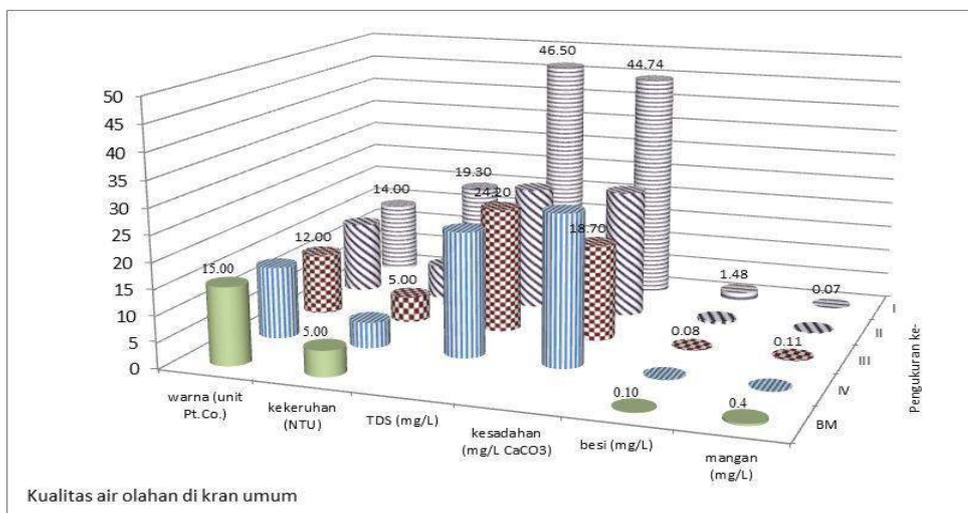
dan keberadaan bakteri pada biofilm di pasir kuarsa. Pada pengamatan terakhir menghasilkan air olahan di kran umum dengan konsentrasi besi < 0,1 mg/l, sedangkan pada filtrasi membran dapat direduksi sampai 0,0001 mg/L. Nilai pH pada setiap unit proses umumnya netral, yang dapat menyebabkan ion *ferro* mengalami oksidasi dan berikatan dengan hidroksida membentuk senyawa yang mengendap. Sedangkan kadar mangan, Mn^{2+} , pada air baku masih dibawah bakumutu Keputusan Menteri Kesehatan No. 409 tahun 2010, namun adanya proses penambahan udara secara alami

pada proses pengolahan juga memungkinkan dalam mengoksidasi mangan.

Kinerja proses pengolahan air tersebut juga didukung pula upaya konservasi lingkungan yang dilakukan oleh masyarakat, seperti menjaga kebersihan area *intake* dari pembuangan sampah, menjaring sampah dari sungai untuk dikumpulkan di bank sampah serta penanaman tanaman yang sesuai di sempadan sungai. Selain itu keuntungan yang diperoleh dari operasional bank sampah, dipergunakan pula untuk pengadaan bibit pertanian dan tanaman di sempadan sungai.



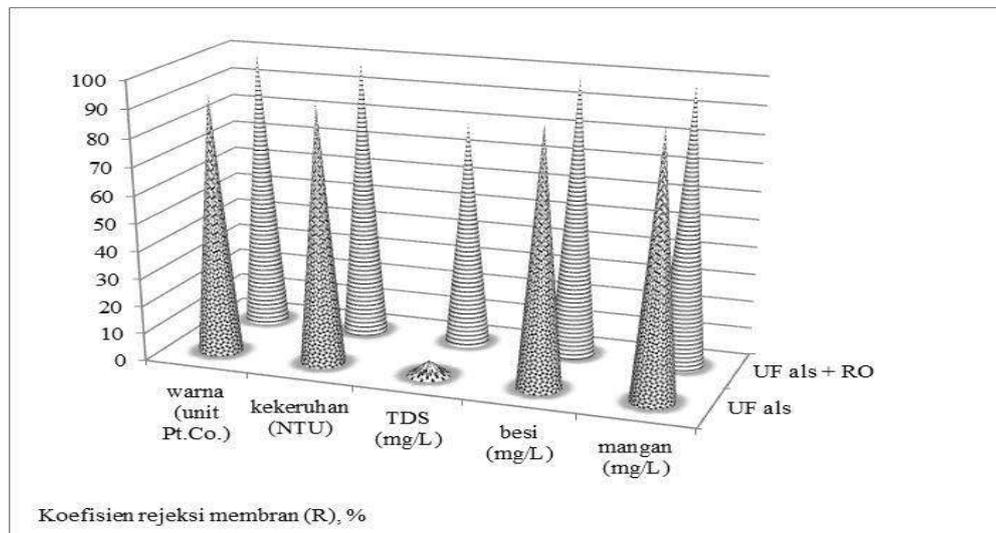
Gambar 3 Diagram Alir Pengolahan Air Di Sungai Citarik, Sub DAS Citarum Hulu



Gambar 4 Kualitas Air Olahan Di Kran Umum Dan Unit Usaha Air Siap Minum Di Lokasi Sub DAS Citarum

Pada tahap pengolahan air untuk menghasilkan air minum kemasan, digunakan sistem membran ultrafiltrasi (UF) dan *reverse osmosis* (RO). Pada Gambar 5, parameter yang digunakan untuk menggambarkan selektifitas membran adalah koefisien rejeksi (R) atau kemampuan rejeksi membran UF dan RO pada beberapa parameter air minum. Peningkatan kualitas sebanding dengan ukuran pori, sebanding pula dengan peningkatan dan kestabilan fluks membran. Kemampuan UF dengan material membran *polysulfone* dan modifikasi *air lift system* (ALS), dapat merejeksi dengan baik untuk parameter kekeruhan dan warna. Sementara untuk penurunan polutan terlarut lainnya, penyisihan bakteri dan TDS, dibutuhkan penerapan membran RO. Sebelum pengoperasian RO, selain penggunaan UF juga digunakan *pretreatment* berupa filter *fibre*

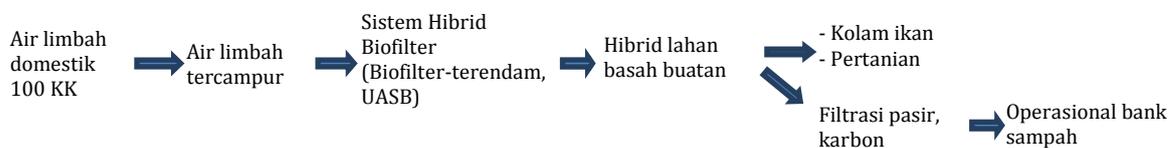
polypropilene dengan ukuran 0,1 µm, 0,5 µm dan 1 µm, sehingga kemungkinan zat besi, mangan atau zat organik tersuspensi (koloidal) dapat dikurangi sebelum memasuki membran RO. Membran RO yang diterapkan mempunyai rasio *recovery* 30 -40, sehingga pengelola harus memperhatikan pengoperasian dijaga maksimum 40 %. Pada saat penjualan air kemasan maksimum, sering hal tersebut tidak diperhatikan oleh pengelola. Oleh karena itu pendampingan teknis untuk unit usaha air minum ini diperlukan secara bertahap, dimulai dengan pengoperasian, *backwash*, pelepasan/pemasangan *catridge* filter, maupun pencucian membran dengan bahan kimia berupa larutan basa atau asam. Sementara itu monitoring biaya pengeluaran maupun pemasukan pada unit usaha dengan sistem membran tersebut masih terus dilakukan untuk data pendukung analisis ekonomi.



Gambar 5 Kemampuan Rejeksi Kontaminan (R) Pada Unit Membran UF Dan RO

Monitoring kualitas air limbah ditujukan untuk menguji konsistensi dan kestabilan sistem pengolahan sesuai diagram alir pada Gambar 6, yang diperoleh setelah sistem pengolahan mengalami tahap pembibitan dan tahap adaptasi/aklimatisasi selama 1-2 bulan. Komponen air, zat organik dan nutrien pada air limbah dapat didaur ulang sehingga teknologi yang dipilih bertujuan untuk pengolahan air limbah dan daur ulang. Pada Gambar 7, menunjukkan kualitas air olahan dari setiap unit pengolahan air limbah, dimana air olahan dari sistem biofilter hibrid dapat

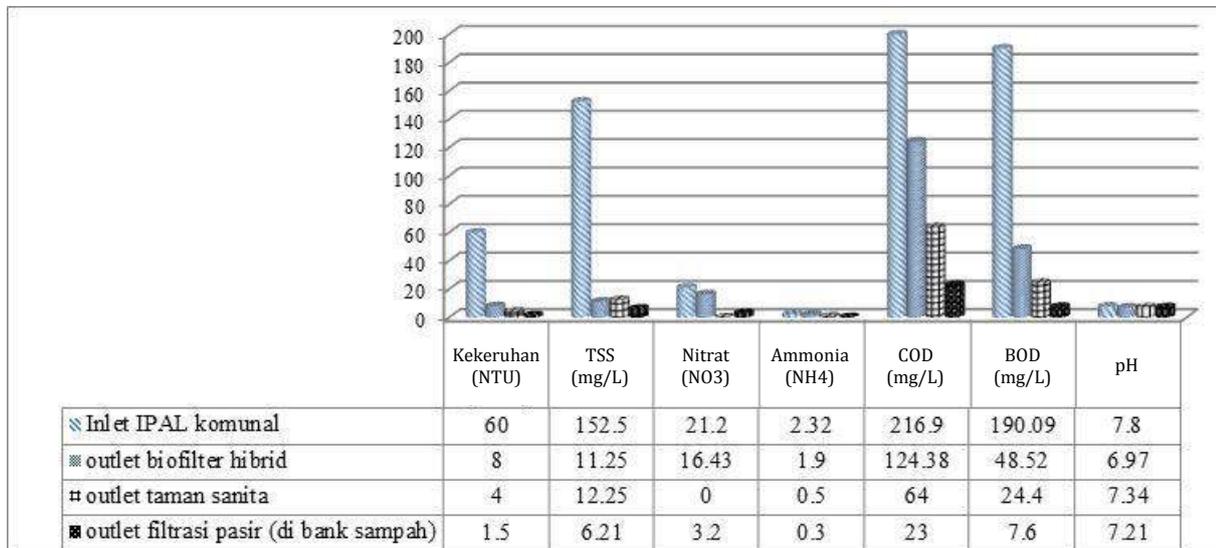
dibuang ke sungai. Setelah melalui pengolahan lanjutan berupa lahan basah buatan tipe aliran vertikal dan horizontal, air olahannya dapat didaur ulang untuk kebutuhan kolam ikan atau pertanian. Saat ini ikan yang di kembang biakkan oleh masyarakat terdiri dari ikan mas, ikan mujair, yang juga merupakan indikator karena ikan tersebut dapat hidup pada air yang mempunyai nilai BOD < 30 mg/L. Pada musim kemarau, air olahan dari IPAL komunal dan lahan basah tersebut, setelah melalui filtrasi pasir kuarsa digunakan untuk operasional di bank sampah tersebut.



Gambar 6 Diagram Alir Pengolahan Air Limbah Komunal Di Permukiman Sub DAS Citarum Hulu

Pada Gambar 7, penyisihan organik terjadi di unit biofilter anaerobik yang menghasilkan BOD < 50 mg/L dan sebagian penyisihan organik terjadi di taman sanita. Penyisihan senyawa nitrogen atau nitrifikasi pada umumnya terjadi pada lahan basah buatan/taman sanita aliran vertikal untuk mengoksidasi ammonium menjadi nitrit (NO₂⁻) kemudian dioksidasi menjadi nitrat (NO₃⁻). Sementara proses denitrifikasi berlangsung pada taman sanita sistem aliran horizontal pada kondisi oksigen terbatas untuk mendukung proses biokimia dalam reduksi nitrat (NO₃⁻) dan nitrit (NO₂⁻), menghasilkan gas oksida nitrogen (NO), nitrogen dioksida (N₂O) dan gas nitrogen (N₂), dengan keberadaan zat organik atau organik karbon. Pada kondisi aliran horizontal, bakteri menggunakan juga nitrat sebagai pengganti oksigen atau akseptor elektron untuk reduksi kandungan organik dalam air limbah. Sehingga

pada efluen taman sanita terjadi penurunan kandungan organik, yang menunjukkan kualitas air dengan nilai rata-rata BOD 24,4 mg/L, kekeruhan 4 NTU dan kualitas air dengan kekeruhan 2 NTU pada efluen pengolahan lanjutan dengan filtrasi pasir yang digunakan untuk operasional bank sampah (memenuhi bakumutu air daur ulang sesuai standar USEPA, 2004). Tanaman berkontribusi dalam penyisihan bahan organik dan nutrisi pada air limbah melalui penyediaan penambahan permukaan bakteri kemudian bersatu dengan biomassa tanaman melalui sistem perakaran dan didistribusikan kedalam tanaman. Tanaman semi akuatik yang dikembangkan pada lahan basah aliran vertikal dan horizontal di lokasi penelitian diantaranya *cyperuspapyrus*, *canna sp*, bambu air, yang mempunyai kemampuan untuk menyisihkan polutan air limbah.



Gambar 7 Kinerja Proses Pengolahan Air Limbah Komunal

Pengelolaan Teknologi

Peran serta masyarakat dalam pengelolaan teknologi prasarana air minum dan sanitasi di lokasi penelitian, meliputi tahap identifikasi, tahap pra pelaksanaan pembangunan, tahap pembangunan, tahap pemeliharaan dan pemanfaatan. Peran *stakeholder* dalam pelaksanaan kegiatan ini sangat diperlukan, salah satunya koordinasi dengan Pemerintah Daerah setempat.

Untuk mendukung peran serta masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan ini dilakukan pendekatan melalui pemahaman kondisi dan permasalahan lingkungan, sosial ekonomi, dan kebiasaan sehari-hari dalam menggunakan air bersih dan sanitasi. Tanggapan terhadap perilaku dalam pengelolaan, masyarakat merupakan subjek yang mengidentifikasi, menilai menganalisis, menyimpulkan dan menyusun rencana penanganan secara mandiri,

sedangkan pemerintah bertindak sebagai fasilitator agar perencanaan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Peran serta masyarakat dalam pengelolaan prasarana air minum dan sanitasi di Desa Sindang Pakuon Kecamatan Cimanggung, diperlukan peran berbagai pihak, sehingga diharapkan adanya peningkatan rasa memiliki terhadap prasarana yang sudah dibangun, keterlibatan *stakeholder* dalam pengelolaan prasarana tersebut.

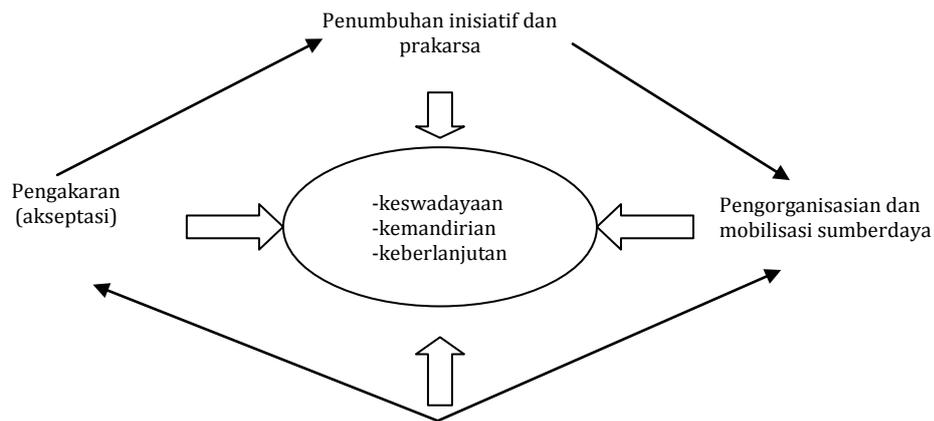
Pendekatan Masyarakat

Perkembangan sumber daya masyarakat di lokasi penelitian dengan cakupan pelayanan teknologi air minum dan sanitasi sekitar 100 KK, diperlukan pendekatan masyarakat, berbasis pada kebutuhan masyarakat, ada tujuan bersama yang hendak diwujudkan, yang bersifat sosial, budaya ekonomi, keamanan. Ada mobilisasi sumber daya bersama di

dalam masyarakat, terlembaganya sistem dan aturan main bersama untuk memelihara dan membuat kegiatan tetap berlanjut.

Alasan utama yang mendasari digunakannya pendekatan ini, yaitu sampai tingkat pembangunan saat ini prakarsa dan keswadayaan masyarakat merupakan sumber daya yang dominan dalam pembangunan dan pengelolaan sarana prasarana air minum dan sanitasi di lokasi DAS. Kondisi masyarakat Desa Pakuon, sangat dipengaruhi oleh bagaimana masyarakat memperlakukan lingkungan dalam kehidupan sehari-hari, sejauhmana

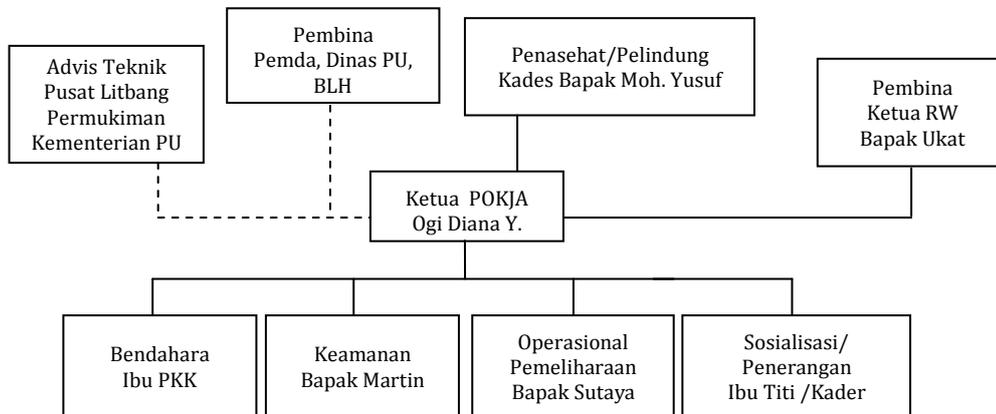
mereka memelihara lingkungan dari buangan limbah baik cair, padat maupun bahan berbahaya dan beracun (limbah B3). Tingkat keswadayaan dan kemampuan ekonomi masyarakat, diharapkan dapat meningkat melalui pengelolaan dan pemanfaatan limbah menjadi sesuatu yang dapat dijual diantaranya dengan usaha perikanan dan pengelolaan sampah melalui pengomposan dan daur ulang, yang lebih bermanfaat, diantaranya melalui Bank Sampah "Pakuon Lestari" yang telah terbentuk.



Gambar 8 Siklus Pengembangan Masyarakat

Dalam rangka menjamin kelancaran dan kesinambungan pemanfaatan hasil pembangunan sarana air minum dan sanitasi kepada masyarakat, maka perlu diatur dan dibentuk organisasi pengelolaannya yang sesuai kondisi masyarakat

setempat. Organisasi pengelolaan air minum di Desa Sindang Pakuon yang dikelola oleh Kelompok Kerja (Pokja) Tirta Pakuon Lestari dibentuk oleh masyarakat setempat, berdasarkan hasil musyawarah, tata kerja sebagai berikut :



Keterangan :
 _____ Struktur operasional
 - - - - - Fungsional pembinaan teknik

Gambar 9 Bagan Organisasi Pokja Tirta Pakuon Lestari

Evaluasi Pelaksanaan Pengelolaan

Pengelolaan prasarana air minum dan sanitasi di Desa Sindang Pakuon Kecamatan Cimanggung, dibentuk berdasarkan tingkat pemahaman masyarakat melalui sosialisasi dan FGD, dengan

tujuan tercapai rasa memiliki dan kebersamaan, potensi ini sudah ada pada masyarakat di lokasi tersebut, namun perlu dikembangkan dengan tahapan sebagai berikut :

Tabel 3 Tahapan Pengembangan Masyarakat

No	Tingkat Pengetahuan Masyarakat	Pemahaman Masyarakat	Evaluasi	
			Kebiasaan Masyarakat	Perubahan Perilaku Masyarakat
1	Kebersihan lingkungan perumahan permukiman 40%	Teknologi air minum dan sanitasi 38 %	Memanfaatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari 63 %	Memanfaatkan air bersih untuk memenuhi kebutuhan 87%
2	Kesehatan masyarakat 45%	Administrasi pengelolaan 54 %	Bersosialisasi antar warga masyarakat 74 %	Mengelola sampah secara teratur 78%
3	Pengelolaan sampah 47%	Bank sampah 62 %	Pengelolaan sampah 47%	Pemeliharaan DAS 52%
4	Pembuangan air limbah ke sungai 52 %	Pemeliharaan DAS 40%	Pengelolaan DAS 46%	Peningkatan ekonomi masyarakat 32%
5	Gotong royong 68 %	Peran lembaga formal 43 %	Pemeliharaan kebersihan lingkungan 48%	Kebersihan lingkungan 67%
6	Pengelolaan prasarana air bersih dan sanitasi 62 %	Peran lembaga non formal 49 %	Kesadaran untuk berperan serta dalam pemanfaatan prasarana yang sudah dibangun 73%	Ketertiban dan peningkatan kesehatan masyarakat

Sumber : Hasil Analisis

Kendala Pengelolaan Teknologi

Kendala-kendala teknis maupun non teknis yang termonitor selama pengelolaan teknologi ditunjukkan pada Tabel 4. Faktor-faktor dalam setiap kendala tersebut mempengaruhi dalam mengevaluasi sistem serta penyampaian edukasi pengelolaannya kepada pengelola teknologi. Perubahan perilaku menuju masyarakat yang berkeinginan untuk konservasi lingkungan, daur ulang dan keterampilan pengelolaan teknologi memerlukan jangka waktu yang cukup lama sehingga pendampingan dari tim teknis maupun Pemda setempat diharapkan dapat menyelesaikan kendala-kendala tersebut. Tindak lanjut dari setiap penyelesaian kendala dilakukan melalui pertemuan/rembug warga, edukasi ataupun pendekatan masyarakat. Penyelesaian kendala teknis maupun non teknis di setiap lokasi dilakukan secara partisipatif sehingga dapat mendukung

kelancaran penerapan teknologi. Pendampingan setelah penerapan teknologi masih diperlukan untuk mendukung keberlanjutan teknologi terutama pada unit usaha-sistem membran dan peningkatan akses penyediaan air maupun sanitasi. Demikian pula dalam pemanfaatan instalasi IPAL komunal untuk daur ulang pada perikanan dan operasional bank sampah, memerlukan monitor kualitas air olahan secara rutin. Setiap tahapan perlu memperhatikan setiap panduan yang tertuang pada pedoman pengoperasian dan pemeliharaan sarana IPAL dan unit daur ulang air, agar dapat menghasilkan air daur ulang sesuai ketentuan dan keamanan kesehatan. Peran badan lingkungan setempat untuk menjadikan lokasi tersebut sebagai titik monitoring rutin maupun peran pengelola dalam memperhatikan hal tersebut dapat mendukung peningkatan kesehatan dan kelestarian lingkungan.

Tabel 4 Kendala Pengelolaan Teknologi

Kendala	Unit Pengolahan Air Sungai	Unit IPAL komunal dan daur ulang	Tindak Lanjut
Teknis	<ul style="list-style-type: none"> - Lamanya proses pencucian pasir pada awal pemasangan - Ketidapkahaman pencucian setiap unit filter - Pengaturan debit - Pembuangan sampah disekitar <i>intake</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ketinggian banjir diluar periode ulang - Waktu detensi yang pendek pada unit taman sanita 	<ul style="list-style-type: none"> - Sosialisasi konservasi lingkungan - Pendampingan/edukasi pengoperasian dan pemeliharaan lebih intensif - Penanaman tanaman untuk resapan air di sekitar IPAL - Perlindungan area <i>intake</i>
Non teknis	<ul style="list-style-type: none"> - Pemahaman operasional unit usaha air siap minum - Tokoh masyarakat kurang sosialisasi - Kompetisi pemasaran air kemasan 	<ul style="list-style-type: none"> - Kurang pengertian masyarakat pengguna jalan raya - Pengaruh kehidupan perkotaan dan industrialisasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Sosialisasi dan promosi kesehatan - Pendampingan masyarakat - Kerjasama unit usaha air siap minum

Sumber : Analisis

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian kinerja proses pengolahan dan pengelolaan teknologi pengolahan air secara terpadu di kawasan DAS, menunjukkan beberapa hal yaitu :

- Keterpaduan penerapan sistem penyediaan air minum dan sanitasi dapat mendukung proses pembentukan masyarakat yang berorientasi

daur ulang serta mendukung upaya peningkatan fungsi hidrologis DAS.

- Kinerja unit pengolahan air sungai dipengaruhi oleh fluktuasi kualitas air baku, pengelolaan unit unit proses serta proses pendampingan teknis maupun non teknis kepada kelompok pengelola.
- Kualitas air olahan dari setiap unit pengolahan air limbah, dimana air olahan dari sistem biofilter hibrid dapat dibuang ke sungai atau setelah melalui pengolahan lanjutan dapat

didaur ulang untuk kebutuhan kolam ikan atau pertanian ataupun operasional bank sampah.

- Perubahan perilaku menuju masyarakat yang berkeinginan untuk pemanfaatan air daur ulang dan kemampuan untuk mengelola teknologi memerlukan jangka waktu yang cukup lama sehingga memerlukan pendampingan dalam penyelesaian kendala-kendala tersebut.
- Penerapan teknologi air limbah memerlukan partisipasi masyarakat dalam pengelolaannya dan penekanan kapasitas maksimum kemampuan pengolahan air limbah komunal. Dukungan pemerintah setempat untuk monitoring operasional IPAL komunal dan daur ulang sehingga dapat mendukung kesehatan masyarakat dan konservasi kawasan DAS.

Saran

Semakin meluasnya kawasan krisis air dan pencemaran sungai, maka dukungan untuk peningkatan kualitas lingkungan dan daur ulang air limbah perlu dikembangkan. Pola perilaku masyarakat, keunikan ekosistem DAS terhadap keberlanjutan infrastruktur dan instrumen monitoring memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mendukung pengembangan teknologi sesuai tujuan daur ulang. Untuk keberlanjutan pengelolaan teknologi air dan sanitasi di kawasan DAS, memerlukan dukungan pendampingan, monitoring dan pemantauan secara intensif sehingga model dapat diterapkan secara luas, memberikan manfaat serta meningkatkan kualitas lingkungan permukiman DAS.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Pusat Litbang Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum, yang telah mendanai penelitian penerapan teknologi pengolahan air dan sanitasi di empat lokasi kawasan DAS Citarum dan semua pihak termasuk para pembimbing kegiatan (Ir. Nurhasanah S., MM, Ir. Ida Yudiarti, MSi., Prof (R). Dr. Pamekas) yang telah mendukung penelitian ini serta tersusunnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alcamo, Joseph, etc. 2003. *Ecosystems and Human Well-Being : A Framework for Assessment*. Island Press, Washington.

- Ayati, B., Ganjidoust, H. 2006. Comparing the efficiency of UAFF and UASB with hybrid reactor in treating wood fiber wastewater. *Iran Journal Environmental Health Science Eng*, 3 No. 1 : 39-44.
- Banu, Rajesh,J., Kaliappan, Sudalyandi and Beck Dieter. 2006. Treatment of sago wastewater using hybrid anaerobic reactor. *Water Qual Res.*, J. Canada. 41, No. 1. 56-62.
- BBWS Citarum, Dirjen SDA, Kementerian Pekerjaan Umum, Pengelolaan Sumber Daya Air di Wilayah Citarum-Menuju Citarum yang lebih baik, Jakarta. 2012.
- Citarum Road Map and Investment Program. <http://www.citarum.org/> (diakses 12 Januari 2013)
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta
- Hamandi, Dadi, Iskandar Nanar dan Arief, Salahudin. 2006. Konservasi Air Tanah di Daerah Bandung dan Sekitarnya. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, 16(2),41-57.
- Kaule, Giselher. 2000. *Ecologically Orientated Planning*. Peter Lang GmbH, Frankfurt.
- Pengelolaan Sumber Daya Air di Wilayah Sungai Citarum, Integrated Citarum Water Resources Management Investment Program (ICWRMIP). [http :// www.citarum.org/](http://www.citarum.org/) (diakses 12 Januari 2013).
- Philip, Ralp, SWITCH Training kit. 2011. *Integrated Urban Water Management in the City of the Future, Module 5 Wastewater-Exploring the Options*. ICLE European Secretariat GmbH, Freiburg, Germany.
- Sharvelle, Sybil, Arabi, Mazdak, McLamore, Eric and Banks, M. Katherine. October 2008. Model Development for Biotrickling Filter Treatment of Graywater Simulant and Waste Gas. I. *Journal of Environmental Engineering, Asce*, 815.
- USEPA. 2004. *Guidelines for Water Reuse*. Washington.
- Vymazal, Jan. 2010. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Water 2* : 530-549.
- Water Environment Federation, WEF. 2010. *Biofilm Reactors, WEF manual of Practices No. 3*. Alexandria, USA.