

KAJI EKSPERIMENTAL PROTOTIPE MSWT-01(MOBILE SURFACE WATER TREATMENT 01) UNTUK MITIGASI BENCANA

Gamawan Ananto¹⁾, Albertus B.Setiawan²⁾ dan Darman MZ³⁾
Politeknik Manufaktur Bandung, 2012
e-mail gamawan@polman-bandung.ac.id

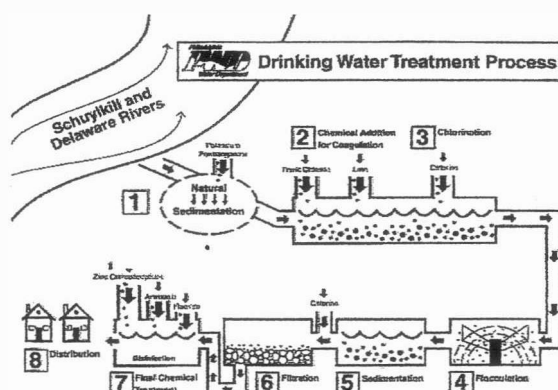
ABSTRAK

Kekurangan air bersih hampir selalu dialami saat terjadinya bencana banjir, dikarenakan sumber air tercemar lumpur dan kotoran lain. Solusi yang umum diambil, air bersih didatangkan dari tempat lain dengan potensi kendala jarak, transportasi dan distribusi. Penelitian pengembangan prototipe pengolah air permukaan MSWT-01 dengan kapasitas $1m^3$ per jam, setara kebutuhan 100-150 orang, adalah gagasan untuk alternatif solusi pengadaan air bersih pada situasi bencana banjir tersebut. Desain mengadopsi sejumlah teknologi existing, sejumlah literatur yang relevan, serta melengkapinya dengan hal yang perlu. Luaran mesin berupa air bersih yang layak untuk sanitasi dan kebutuhan masak/minum sesuai standard kualitas yang telah ditentukan (SNI 01-3553-2006 Badan Standardisasi Nasional) walaupun menggunakan sumber air baku dari sekitar lokasi bencana, baik air sungai ataupun air banjir yang sudah tercemar. Dengan demikian kebutuhan air bersih masyarakat dapat dipenuhi di lokasi. Rancangan MSWT-01 juga menekankan penggunaan komponen dan suku cadang yang ada di Indonesia, bertujuan selain reduksi biaya juga untuk terjaminnya aspek maintenance peralatan.

Kata Kunci: Pengolah Air Bersih, kapasitas pengolahan.

1. PENDAHULUAN

Sejumlah daerah tertentu di Indonesia merupakan 'langganan banjir' yang diakibatkan oleh sejumlah faktor penyebab. Salah satu akibat yang timbul adalah masalah kebutuhan air bersih untuk penggunaan sehari hari untuk mereka yang kurang beruntung ini. Solusi yang dilakukan masyarakat secara mandiri ataupun Pemerintah Daerah setempat dalam memenuhi kebutuhan air bersih ini antara lain dengan cara memasok dari tempat lain yang memerlukan upaya operasional transportasi dengan menggunakan truk tangki, maupun upaya lain seperti pengolahan air secara sporadis dalam skala kecil.



Gambar-01: Pengolahan Air minum dari sungai (PWD, 2006)

Secara umum, sumber air dengan tingkat kekeruhan (*turbidity*) rendah dapat menggunakan *slow sand filtration*, suatu cara pengoperasian yang sederhana dan mudah karena tidak memerlukan ketrampilan dan pengetahuan tinggi. Sementara itu, pengolahan air permukaan dan sungai di institusi besar di banyak tempat (termasuk PDAM di kota kota di Indonesia) menggunakan teknologi menengah & tinggi, namun semuanya mengacu pada kombinasi dasar

tahapan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan disinfeksi. Hal tersebut bisa dilihat antara lain pada konsep yang dilakukan Philadelphia Water Department (*PWD Literature, 2009*), yang memiliki sistem pengolahan air minum kota dari air baku sungai seperti yang diilustrasikan pada **Gambar-01** di atas.

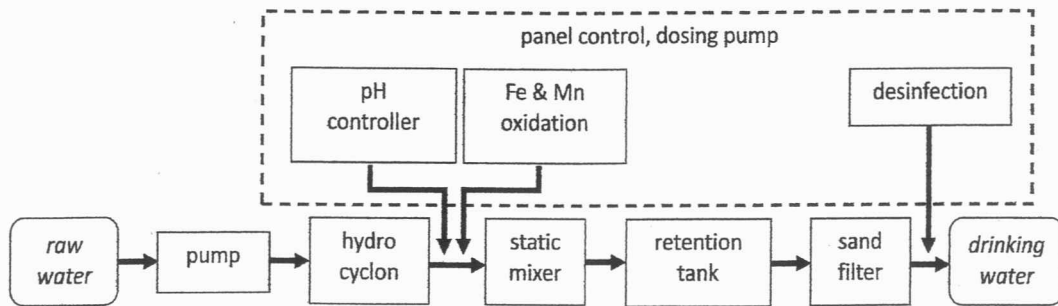
Tujuan dari penelitian adalah untuk ikut berkontribusi dalam menanggulangi kekurangan air bersih yang layak untuk diolah bagi keperluan memasak maupun air minum oleh masyarakat saat terjadi bencana banjir di daerah dengan kesulitan sumber air bersih. Dengan demikian diharapkan prototipe menghasilkan alat pengolah air dengan sumber air yang diambil dari daerah bencana, sehingga pada skala tertentu masalah kekurangan air bersih dapat langsung dipenuhi. Pengolah air ini akan di-desain untuk keperluan *mobile* guna mendukung kemudahan berpindah tempat dalam memberikan pelayanan yang lebih merata, apabila daerah bencana banjir meliputi area yang relatif cukup luas. Masyarakat yang memerlukan air bersih tidak perlu menempuh perjalanan jauh karena Pengolah Air dirancang untuk bisa mendatangi sub-sub lokasi daerah bencana, dengan penyesuaian kapasitas mesin dan sumber air.

2. TINJAUAN PUSTAKA

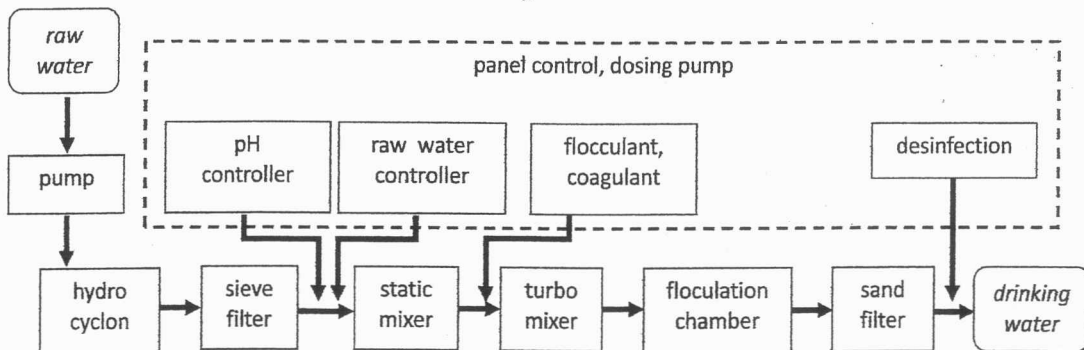
Polman telah melakukan pengembangan pengolah air minum sejak 2008, bekerja sama dengan PT. Lufapak Asia dengan dukungan Lufapak GmbH (Jerman) dan teknologi IWET a.s. (Republik Czech). Produk yang telah dikembangkan adalah pengolah WWT-01 (*well water treatment* kapasitas 1m^3 per jam), yang dirancang untuk air baku dari sumur/ air tanah. Produk ini telah dibuat/ direalisasi dalam jumlah tertentu dan diimplementasikan di beberapa daerah (Tasikmalaya, Belitung, Timor Leste) serta telah berfungsi dengan baik.

RWT-05 (*river water treatment* kapasitas 5m^3 per jam) yang ada di Polman, milik IWET.a.s, dirancang untuk air baku dari sungai atau air permukaan, namun masih harus mengalami/ menjalani uji fungsi. Uji fungsi RWT-05 ini juga dimanfaatkan untuk mendefinisikan parameter teknis acuan pengembangan produk pengolah air bersih dengan air baku permukaan yang memiliki kapasitas 1m^3 per jam (MSWT-01, *Mobile Surface Water Treatment*). Kapasitas 1m^3 per jam ini dipilih dengan pertimbangan reduksi dimensi serta bobot mesin yang merupakan faktor faktor yang mempengaruhi kemudahan operasi untuk mencapai daerah bencana yang terkadang memiliki kendala dalam infrastruktur atau akses jalan, sebab langsung terkait dengan ukuran truk pengangkut serta bobot (*weight*) total truk. Sebagai gambaran perbandingan, WWT-01 yang pernah dibuat memiliki dimensi panjang-lebar $2\text{m} \times 1\text{m}$, sementara RWT-05 mempunyai ukuran $3\text{m} \times 2\text{m}$.

Gambar-02 dan **Gambar-03** memperlihatkan bahwa secara umum desain/ konsep original RWT agak lebih kompleks dibandingkan WWT. RWT mempunyai beberapa komponen tambahan yang tidak diperlukan di WWT, terkait sifat atau karakter air baku (masukan) sungai dibandingkan air tanah. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa teknik pengolahan air yang digunakan oleh IWET adalah pemisahan kotoran, pengikatan kandungan yang tidak dikehendaki serta pengendaliannya dengan menggunakan bahan tambah secara otomatis berdasarkan sensor.



Gambar-02: Blok Diagram WWT-01



Gambar-03: Blok Diagram RWT-05

Adapun komponen yang digunakan pada WWT dan RWT adalah sebagai berikut:

- **Hydrocyclone** : memisahkan kotoran kasar > 0,2 mm. Aliran tangensial yang terjadi akan memisahkan kotoran-kotoran dalam tangki vertikal. Kotoran berwujud endapan ini akan mengalir ke bawah menuju tangki penampung yang dibersihkan secara berkala.
- **Static Mixer** : memiliki fungsi mencampur cairan yang berbeda jenis. Pencampuran ini merupakan proses hidro mekanik dengan hasil yang merata karena lempengan lempengan yang ada dalam *static mixer*.
- **Retention Tank** : berfungsi untuk homogenisasi air yang telah melewati pengolahan awal serta menyelesaikan reaksi kimia yang diperlukan.
- **Sand Filter/ Active Carbon Filter Chamber** : berupa filter tekanan *single-chamber* yang memastikan filtrasi air dari partikel-partikel yang tidak dapat larut. Filtrasi berlangsung dari arah atas ke bawah, sehingga dalam jangka waktu tertentu pada bagian atas permukaan *filter* akan terkumpul endapan. *Filter* harus dibersihkan dengan proses *backwash*, yaitu mengalirkan air dari bawah, apabila dicapai tekanan tertentu yang diakibatkan endapan tersebut.
- **Dosing Pump** : berfungsi untuk mengatur pemberian dosis bahan kimia secara tepat (klorin/ NaClO , desinfektan, PAC/Polyaluminiumchloride, permanganate).
- **Sieve Filter, Automatic Self Cleaning** : pada teknologi IWET a.s. digunakan hanya pada RWT, berguna untuk mengeliminasi semua partikel >100 μ yang dilengkapi dengan *screen filter/ pengayak*, dan sampai kondisi penumpukan kotoran tertentu dilakukan pencucian filter pengayak yang diaktifkan secara otomatis.
- **Turbo Mixer** : pada teknologi IWET a.s. digunakan hanya pada RWT, berfungsi untuk proses homogenisasi bahan tambah dengan air yang diolah.

- *Flocculations Chamber* : pada teknologi IWET a.s. digunakan hanya pada RWT, untuk pemisahan dan pembuangan endapan hasil dari koagulasi dan kondensasi dari proses sebelumnya.

3. METODOLOGI

Untuk merealisasikan pembuatan pengolah air tersebut diperlukan perumusan atas hal-hal sebagai berikut :

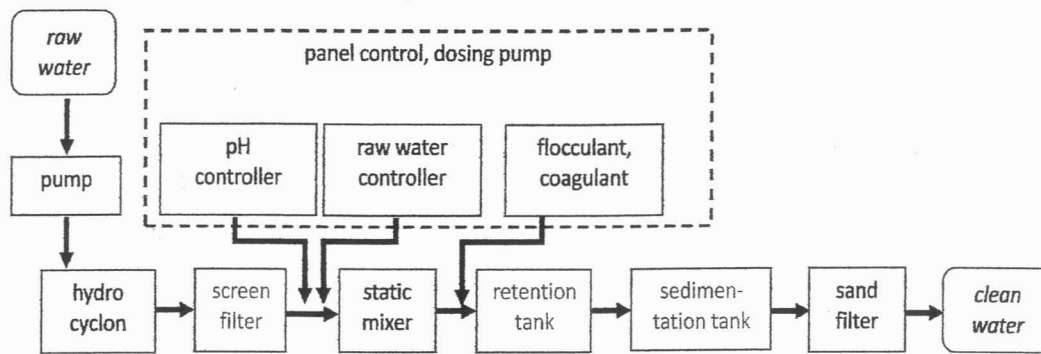
- Perancangan desain untuk dapat mengadopsi teknologi *existing* serta mengkombinasikannya dengan ketersediaan suku cadang lokal untuk tujuan efisiensi
- Besar kapasitas air dalam meter kubik (m^3) per jam yang dapat dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih dengan cepat di daerah bencana.
- Desain mekanisme yang mendukung kebutuhan *mobile* (bergerak) untuk *water treatment* berikut sumber energi penggerakannya, sehingga dapat dengan mudah diletakkan dan dipindah-pindahkan
- Implementasi peralatan di lapangan dan pengelolaannya
- Pemeliharaan peralatan ini agar selalu berfungsi dengan baik, tidak cepat rusak dan memiliki umur pakai yang panjang.

Kapasitas (m^3 per jam) yang mengacu pada jumlah kebutuhan digunakan sebagai parameter keputusan dalam memilih/ menentukan spesifikasi pompa utama, dengan memperhitungkan penurunan debit yang terjadi karena proses dalam sistem filtrasi. Desain mesin juga harus memperhitungkan total dimensi luar keseluruhan (lebar-panjang-tinggi) terkait kemudahan operasional, bongkar muat mesin pada truk pengangkut, maksimum ketinggian yang diizinkan dalam transportasi jalan raya dan hal terkait lainnya.

Perhitungan biaya operasional (transportasi, penggunaan truk, tenaga petugas lapangan, bahan bakar penggerak generator) merupakan hal yang juga harus dipertimbangkan dalam perencanaan operasi pengolah air ini. Masalah biaya operasional kelak terkait dengan pengembangan kerjasama dan koordinasi yang akan dibangun dengan pihak yang berkompeten dalam penanganan bencana pada skala lebih luas misalnya dengan Pemkot, Pemkab, PMI-ERU Watsan/ *emergency respon unit water & sanitation*).

Kegiatan kegiatan tersebut pada dasarnya adalah melakukan **adopsi** dari teknologi yang telah ada dan digunakan secara luas, **penyederhanaan** untuk tujuan kemudahan operasi dan reduksi biaya, serta **pengembangan** untuk memenuhi kesesuaian dengan apa yang dibutuhkan dan dijadikan tujuan penggunaan.

- Desain umum RWT mirip dengan WWT, karena itu sistem dan komponen dasar WWT dapat langsung diadopsi ke RWT (*hydrocyclone, dosing pump, static mixer & sand/ carbon filter*)
- Dari analisis desain dan fungsi RWT *existing*, dibandingkan dengan WWT dijumpai perbedaan pada sejumlah komponen inti. Perbedaan mendasar adalah komponen *floculation chamber, sieve filter* dan *turbo mixer* yang tidak dijumpai pada WWT
- Penelitian ini juga mencakup penyederhanaan sistem RWT *original* berupa penghilangan *floculation chamber* dan *turbo mixer* yang relatif mahal, serta tidak dapat/ sulit dijumpai di pasar lokal, sebagai bagian dari upaya penekanan biaya.
- Fungsi *floculation chamber* akan dicoba digantikan oleh *retention tank*



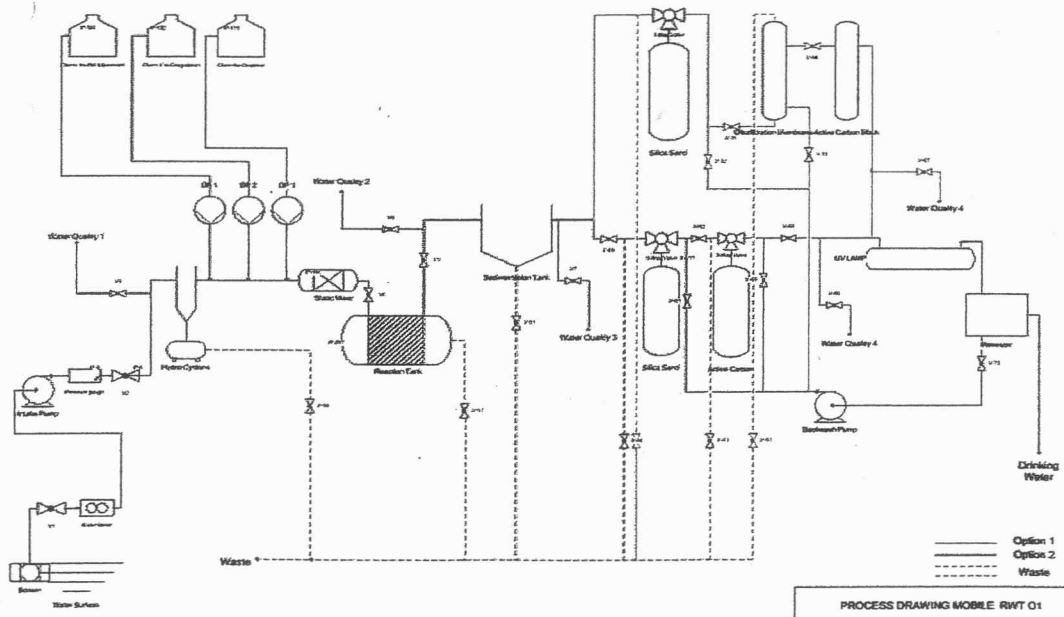
Gambar-04: Blok Diagram MSWT-01

Gambar-04 adalah Blok Diagram MSWT-01 yang memperlihatkan urutan proses dan bagaimana MSWT-01 bekerja. *Screen filter* adalah penyederhanaan 'automatic self cleaning sieve filter' dari desain orisinal. Pemberian bahan tambah diterapkan sesuai desain RWT orisinal, namun tidak lagi menggunakan *turbo mixer*, sementara kebutuhan akan *sedimentation tank* masih harus di-uji cobakan.

4. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

4.1. Konsep, Desain

Konsep desain yang mengadopsi teknologi RWT tersebut di atas, dikombinasikan dengan teknologi dan metoda dari sumber lain seperti diperlihatkan pada Gambar-05.



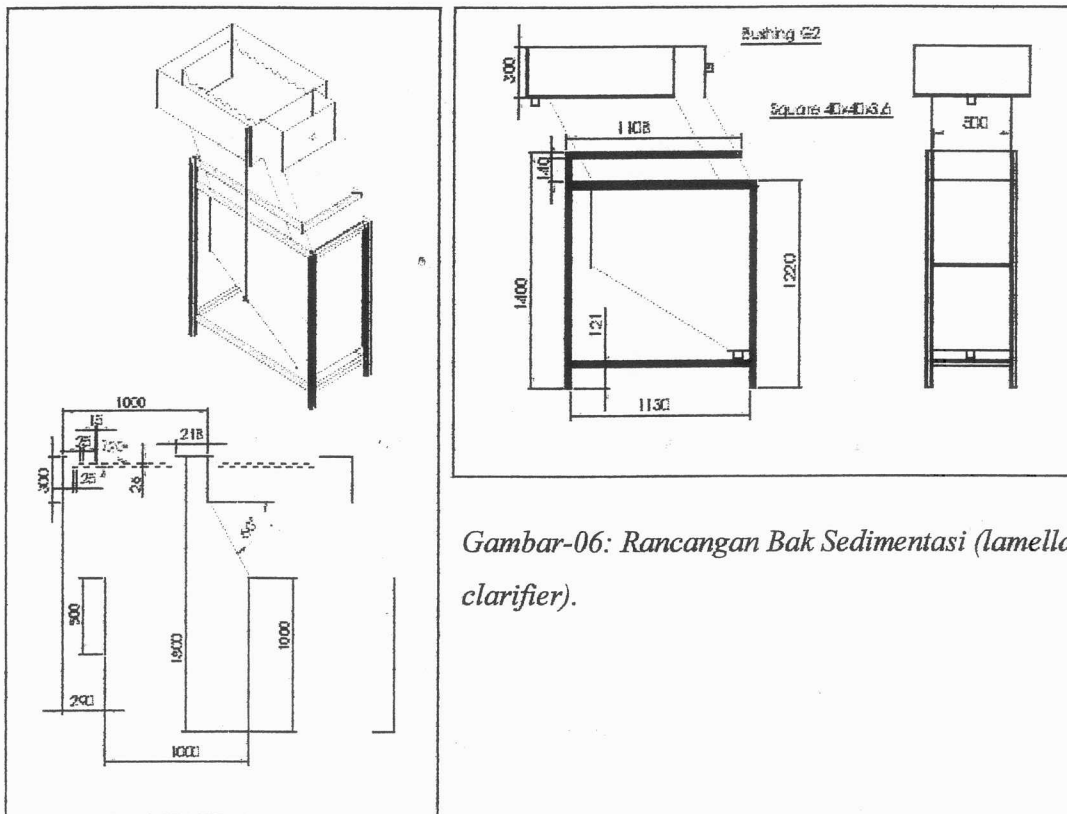
Gambar-05: Konsep desain MSWT-01

Penggunaan pompa dosing adalah untuk pengaturan bahan tambah PAC (koagulan pembentuk flok), Na_2CO_3 atau HCL pengatur pH dan NaClO pengendali Fe dan Mn, sementara itu untuk proses desinfeksi bisa digunakan NaClO atau kaporit, atau menggunakan lampu UV (ultra violet).

Pada RWT05 eksisting tidak dijumpai *turbo mixer* seperti yang tercantum pada brosur mesin (diduga hanya ada/ digunakan pada RWT-10), serta tidak dijumpai fungsi sedimentasi (pengendapan), yang ada hanya pembentukan flok pada *flocculation chamber*. Masih harus dilakukan uji coba apakah diperlukan bak sedimentasi atau tidak.

4.2. Perkembangan Masalah

Pada perkembangan diskusi dan bedah referensi, terutama untuk air baku permukaan (sungai, air banjir) disebutkan bahwa tidak mungkin dihindari proses dasar pengolahan air seperti yang dilakukan misalnya PDAM dalam skala besar: **koagulasi, flokulasi dan sedimentasi**, sebelum proses filtrasi. Karena itu dipertimbangkan kemungkinan perlunya penambahan komponen bak sedimen (*lamella clarifier*). Telah dilakukan perhitungan untuk bak sedimen ini dengan parameter kapasitas dan perkiraan NTU (tingkat kekeruhan) air baku, yang menghasilkan spesifikasi teknis (dimensi, jumlah 'sirip' dan kemiringan sirip), yang secara garis besar diperlihatkan **Gambar-06**.



Gambar-06: Rancangan Bak Sedimentasi (*lamella clarifier*).

Dijumpai kendala pada ketersediaan referensi/ sumber literatur, terkait dengan masalah perlakuan air yang pada kenyataannya lebih banyak penanganan secara kondisional karena cukup banyaknya faktor parameter teknis (kualitas air baku, kualitas media dll). Hal ini termasuk kemungkinan harus ditamhkannya bak flokulasi, selain bak sedimentasi yang telah terdefinisi karena dugaan tidak cukup memadainya proses flokulasi pada sistem eksisting.

5. KESIMPULAN

Untuk pengolahan air permukaan (sungai, danau, apalagi air banjir), proses dasar filtrasi saja tidak cukup atau tidak memadai untuk diterapkan, namun harus meng-

implementasikan minimal koagulasi dan flokulasi yang berarti memerlukan bahan tambah, sebelum proses filtrasi. Konsep desain yang merupakan kombinasi dari adopsi teknologi yang digunakan mesin WWT-01 dan RWT-05 ex-IWET serta sejumlah referensi lain pada dasarnya menyederhanakan atau menghilangkan penggunaan komponen yang mahal serta sulit diperoleh, menggantinya dengan barang-barang yang ada di pasar lokal.

Selain itu juga telah diantisipasi dalam konsep, kemungkinan implementasi penggunaan bak flokulasi, yang menurut perhitungan teoritis bisa lebih memaksimalkan proses pembentukan flok, serta bak sedimentasi untuk memperpanjang usia media filter, serta memperpanjang jarak kebutuhan waktu kuras balik (*back wash*). Masih harus dilakukan pelaksanaan uji fungsi kapasitas MSWT-01 sesuai rencana (1m^3 per jam) maupun kualitas luaran mesin tersebut, yang harus sesuai standard kualitas yang telah ditentukan (SNI 01-3553-2006 Badan Standardisasi Nasional).

Dari hasil uji fungsi prototipe MSWT-01 ini, diharapkan tujuan untuk ikut berkontribusi dalam menanggulangi kekurangan air bersih bisa terlaksana, yaitu memenuhi keperluan air untuk memasak maupun minum saat terjadi bencana banjir di daerah dengan kesulitan sumber air bersih. Desain yang bersifat *mobile* juga diharapkan bisa mendukung kemudahan berpindah tempat untuk pelayanan yang lebih merata, apabila daerah bencana banjir meliputi area yang relatif cukup luas. Masyarakat yang memerlukan air bersih tidak perlu menempuh jarak jauh karena dengan penyesuaian tertentu dalam kapasitas dan kualitas sumber air, MSWT-01 bisa mendatangi sub-sub lokasi daerah bencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto, Gamawan. 2010. Tesis, *Smallest Unit Water Treatment opportunity from entrepreneurship point of view*, MM Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Daryono, SSi, MSi, 2010, *Mitigasi Bencana Banjir*, Program Doktor Ilmu Geografi UGM.
- Sekretariat Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana dan Penanganan Pengungsi (BAKORNAS PBP) JAKARTA, 2002, *Arahan Kebijakan Mitigasi Bencana Perkotaan di Indonesia*
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana (BAKORNAS PB), *Pedoman Penanggulangan Bencana Banjir Tahun 2007/2008*, Pelaksana Harian BAKORNAS PB, Jakarta.
- Babbitt Harold, *Plumbing*, Mc Graw Hill Book Company, 1996.
- IWET, pt, *Well Water Treatment/ WWT-01 Manual Book*, IWET, Tasikmalaya, 2007.
- Len Boselovic. McClatchy, *Carbon wins contract for Phoenix water treatment*, ProQuest document ID1923254051, *Calgon* - Tribune Business News. Washington: Dec 17, 2009, diunduh/ *downloaded* Desember 2009
