

# RANCANG BANGUN PROTOTIPE MESIN PENGOLAH AIR BERSIH SISTEM *MOBILE* UNTUK KEADAAN DARURAT AIR

Yuliar Yasin Erlangga<sup>1</sup>, Heri Setiawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Bandung 40135

E-mail : uwie@polman-bandung.ac.id

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Bandung 40135

E-mail : heris@polman-bandung.ac.id

## ABSTRAK

Pengolahan air bersih (*Water Treatment*) dengan sistem perangkat pengolahan air secara *mobile* merupakan pengembangan dari sistem penyaringan air dengan sistem “*up flow*” yang sudah dikembangkan oleh BPPT dengan penambahan dan perbaikan fungsi proses dalam upaya mengoptimalkan proses pengolahan air baku menjadi air bersih dan juga merupakan pengembangan baru dari perangkat pengolahan air sistem *modular* yang sudah dibuat sebelumnya. Pengembangan juga dilakukan pada fungsi pengolahan air yang tetap tidak dapat berpindah menjadi fungsi pengolah air yang bersifat dapat berpindah (*mobile*) dengan ukuran / dimensi yang tidak terlalu besar (*compact design*).

Keuntungan yang bisa didapatkan dari sistem tersebut terutama dalam segi penanganan selama proses pengolahan dengan kemampuan mesin untuk dapat berpindah sehingga dapat digunakan dimanapun sehingga mudah dalam pemindahan antar lokasi untuk keadaan darurat air.

Cara kerja dari mesin pengolah air adalah dengan menyedot air dari sumber air yang masih belum bersih menggunakan pompa air dan disalurkan melalui pipa-pipa. Pertama-tama pada awalnya air dicampurkan dengan kaporit dan bahan PAC kemudian masuk ke wadah fast mix untuk proses pencampuran lalu air disalurkan menuju bak flokulasi sistem zigzag sebanyak 2 tahap. Kemudian setelah itu air dialirkan menuju tahap sedimentasi sarang tawon. Air yang telah melalui tahap sedimentasi lalu dialirkan menuju bak penampung yang terdapat pasir saring sebagai tahap akhir sebelum air dapat digunakan sebagai air bersih.

Sub fungsi bagian yang diperlukan untuk melengkapi teknologi pengolahan air bersih yang sifatnya menunjang ditambahkan sebagai pelengkap dan bersifat *compact* juga. Pada akhir penelitian ini setelah melalui proses perancangan menurut VDI 2222 dan sudah dilakukan penilaian berdasarkan beberapa aspek maka terbangun sebuah prototipe Mesin Penolah Air Bersih Mampu Pindah (*Mobile Water Treatment Machine*) berkapasitas pengolahan 1 M<sup>3</sup> per jam yaitu rancangan nomer 3 dengan nilai 92%. Aspek terbarukan yang dipelajari adalah desain dari mesin itu sendiri, penentuan dan pemilihan solusi dari sub fungsi bagian serta bagaimana sub-sub fungsi bagian tersebut diikatkan pada rangka sehingga instalasi tersebut menjadi kompak untuk dijadikan sebagai *mobile water treatment*.

**Kata kunci:** *mobile water treatment, up-flow filtering process*

## 1. PENDAHULUAN

Sebagian besar kondisi masyarakat Indonesia masih bermasalah dengan air bersih. Masyarakat pada umumnya memanfaatkan air sumur untuk kebutuhan makan minum dan kegiatan MCK. Namun sebagian besar kualitas inputan sumber air dari sumur belum sesuai dengan standar yang ada. Hal ini akan sangat mengganggu kepada kesehatan masyarakat kalau dikonsumsi secara jangka panjang (ekonomi, sosial dan juga budaya) (Effendi Hefni, 2003:11).

Dalam rangka meningkatkan kebutuhan dasar masyarakat mengenai kebutuhan akan air bersih, maka perlu diusahakan proses pengolahan dan pengelolaan air yang sesuai dengan karakteristik keadaan sekitar. Karakteristik utama yang perlu diperhatikan adalah sumber air baku yang tersedia serta pemilihan teknologi yang sesuai. Begitu banyak teknologi pengolah air minum (*water*

*treatment*) yang telah dilakukan, namun masih ditemukan bermacam kendala yang berakibat pada tuntutan perbaikan, seperti : biaya yang relatif mahal, mekanisme yang statis (diam di tempat), energi pengolahan yang besar dan lain-lain (Herlambang, 2010).

Salah satu teknologi pengolahan air bersih di pedesaan yang banyak diterapkan di Indonesia adalah teknologi saringan pasir lambat (sarpalam) konvensional aliran dari atas ke bawah (*down flow*). Teknologi sarpalam yang lebih baik adalah sarpalam *up flow* (Herlambang & Said, 2005).

Teknologi sarpalam *up flow* telah diterapkan oleh Herlambang dan Said (2005) dengan menggunakan konstruksi sipil dengan kapasitas pengolahan 100 m<sup>3</sup>/hari. Sedangkan teknologi sarpalam yang pernah diterapkan dengan konstruksi mekanik adalah teknologi sarpalam *down flow* untuk sistem penjernihan air sampai

dengan siap minum yang *mobile* telah diaplikasikan oleh Indriatmoko & Widayat (2007). Teknologi ini menggunakan teknologi aerasi, koagulasi dan filtrasi.

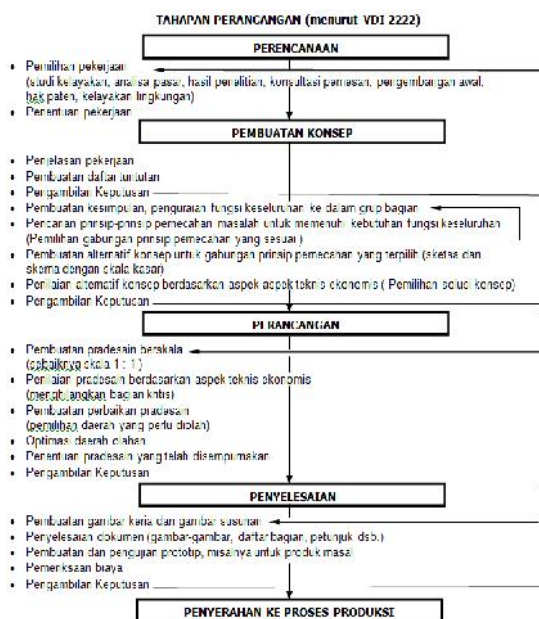
Kualitas air ditentukan oleh banyak faktor, yaitu zat yang terlarut, zat yang tersuspensi, dan makhluk hidup, khususnya jasad renik yang terdapat didalam air. Air murni, yang tidak mengandung zat yang terlarut, tidak baik bagi kehidupan. Sebaliknya zat yang terlarut ada yang bersifat racun. Apabila zat yang terlarut, zat yang tersuspensi dan makhluk hidup dalam air melebihi ketentuan yang berlaku, maka air tersebut disebut tercemar (Effendi Hefni,2003).

Dalam usaha mendapatkan kuantitas dan kualitas air bersih yang memenuhi standar diperlukan mesin pengolah, baik itu berupa proses kimia atau dengan metoda penyaringan dengan media pasir silika, pasir ziolit atau karbon aktif. Melihat pada beragamnya kondisi dan kapasitas air baku yang tersedia, serta beragam topografi dan kemudahan akses, maka diperlukan pengembangan mesin yang sudah ada menjadi sebuah mesin pengolah air yang dapat menghasilkan air bersih dengan desain yang *compact* dan *mobile*, mudah pengoprasiaannya dan relatif murah, serta fleksibel dalam artian mudah dipindahkan, mudah ditingkatkan kapasitasnya dan mudah dalam pemeliharaannya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Metode Perancangan

Metoda perancangan yang digunakan adalah Verein Deutsche Ingenieur (VDI 2222) seperti diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1 Metode Perancangan VDI 2222

#### 2.1.1 Perencanaan

Tahap perencanaan dilakukan sebagai awal dalam menentukan langkah kerja yang harus dilakukan dengan baik dan sistematis. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam melakukan analisa berupa pemilihan pekerjaan diantaranya studi kelayakan, analisis pasar, konsultasi pemesan, hak paten, kelayakan lingkungan, dan dilanjutkan dengan penentuan pekerjaan.

#### 2.1.2 Pembuatan konsep

Dalam tahap pembuatan konsep, beberapa aktivitas yang berhubungan dengan perancangan tool dilakukan berdasarkan spesifikasi produk yang telah ditetapkan. Beberapa tindakan yang dilakukan dalam pembuatan konsep :

a. Penjelasan pekerjaan

b. Pembuatan daftar persyaratan

Perancang menguraikan data-data teknis rancangan seperti data fungsi, dimensi dan operasional berdasarkan permintaan pemesan.

a. Pembagian fungsi

b. Pembuatan alternatif fungsi bagian

c. Pembuatan variasi konsep

d. Penilaian variasi konsep konstruksi

e. Pembuatan konsep pemecahan

#### 2.1.3 Perancangan

Berdasarkan konsep pemecahan, dilakukan perancangan konstruksi dengan memperhatikan beberapa faktor, yaitu :

- Fungsi (function)
- Pembuatan (manufacture)
- Penanganan (handling)
- Perakitan (assembling)
- Perawatan (maintenance)
- Biaya (cost)

Hasil rancangan ditampilkan berupa gambar draft, perhitungan konstruksi dilakukan berdasarkan gambar draft untuk mencapai hasil rancangan yang diinginkan.

#### 2.1.4 Penyelesaian

Setelah rancangan selesai, maka tahap penyelesaian akhir yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pembuatan gambar susunan
- Pembuatan gambar bagian
- Pembuatan daftar bagian

## 2.2 Umum

Air bersih yang biasa digunakan sehari-hari biasanya berasal dari sumber-sumber air bersih yang ada di alam kemudian diolah untuk mencapai standar kualitas tertentu. Sumber-sumber air bersih yang biasa digunakan adalah air laut, air hujan, air permukaan (air sungai, air rawa/danau), air

tanah (air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air) (Sutrisno, 2006).

Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990, tentang syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air yang dimaksud dengan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia dan radioaktif.

## 2.3 Koloid

### 2.3.1 Karakteristik Koloid

Ciri Penting dari suatu koloid padat yang terdispensi (tersebar) dalam air yaitu partikel-partikel padat yang tidak akan mengendap karena gaya gravitasi. Ukuran partikelnya berkisar 0,1 milimikron ( $0,1 \times 10^{-4}$ ) sampai 100 mikron ( $0,1 \times 10^{-6}$ ).

### 2.3.2 Mekanisme Destabilisasi Koloid

Kestabilan koloid tergantung pada resultan gaya tarik menarik dan gaya tolak menolak yang bekerja pada partikel-partikel koloid. Kation tertarik oleh anion partikel koloid tersebut, sedangkan anion yang lain akan tertolak setelah maksimum adsorbs tercapai. Keseimbangan tercapai apabila sejumlah kation mendekati permukaan koloid yang bermuatan negatif (anion), sedangkan ion lainnya terdistribusi pada lapisan selanjutnya.

### 2.3.3 Koagulasi dan flokulasi

Agar terjadi tumbukan antar partikel koloid, maka daya tolak menolak diantara partikel-partikel yang bermuatan negatif harus dinetralkan dengan menambahkan koagulan yang bermuatan positif (Linvil, 1965). Proses penambahan koagulan tersebut dinamakan koagulasi. Menurut Eichekenfelder 1985, koagulasi adalah proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan cemar yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid.

Kontak antar partikel dapat terjadi karena adanya proses flokulasi. Flokulasi menurut IUPAC adalah proses kontak dan adhesi antara partikel sehingga membentuk partikel dengan ukuran yang lebih besar. Partikel yang berada dalam keadaan tidak stabil akan cepat tergumpal. Akan tetapi apabila semua partikel dalam keadaan tidak stabil, maka proses flokulasi akan berjalan lambat. Untuk memungkinkan terjadinya penetralkan partikel bermuatan oleh logam Trivalen yang bermuatan positif, maka konsentrasi muatan harus cukup agar gaya tarik menarik antar muatan yang berlawanan akan meningkat. Cara memperkecil jarak antar partikel atau menambah frekuensi tumbukan antar partikel adalah dengan pemberian gaya atau poer

input sehingga air tersebut mengalami turbulensi.

### 2.3.4 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut (Reynolds, 1982). Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum.

### 2.3.5 Filtrasi

Filtrasi adalah proses pengolahan yang dipakai untuk memisahkan materi-materi padatan (kotoran) berupa suspended solid (zat padat tersuspensi) dengan melewati air melalui suatu media.

### 2.3.6 Desinfeksi

Desinfektan didefinisikan sebagai bahan kimia atau pengaruh fisika yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi atau pencemaran jasad renik seperti bakteri anti virus, juga untuk membunuh atau menurunkan jumlah mikroorganisme atau kuman penyakit lainnya (Skima, 2008).

### 2.3.7 Parameter Kualitas Air

Pemeriksaan kualitas air dilakukan terhadap parameter-parameter penting yang dapat menggambarkan karakteristik dari air tersebut sesuai dengan tujuan pemeriksaan. Parameter-parameter yang diukur adalah: kekeruhan, warna, pH, Besi, Detergen dan Zat Organik.

## 3. METODOLOGI

Penelitian ini melakukan perancangan dan pembuatan prototipe mesin pengolah air bersih sistem mampu pindah (mobile) untuk kepentingan saat bencana (darurat air). Penelitian difokuskan pada penyempurnaan dari hasil penelitian sebelumnya, yaitu pada konsep rancangan dan jenis teknologi yang digunakan. Penyempurnaan rancangan dilakukan terutama pada hal mengatasi masalah-masalah : kualitas air yang sangat berhubungan dengan teknologi proses, laju aliran air yang menentukan kapasitas produksi pengolahan air berupa debit dan juga dari segi rancang bangun untuk mencapai tujuan yang diinginkan yaitu berbentuk modular. Modularitas yang dimaksud tidak hanya pada unit keseluruhannya, tetapi juga pada setiap fungsi bagiannya agar mudah untuk dilepas pasang dari instalasi keseluruhan.

Mesin instalasi pengolah air ini terbagi menjadi beberapa sub fungsi bagian, dimana masing-masing sub fungsi bagian ini mempunyai kekhususan fungsi dan harus merupakan kesatuan tersendiri yang mampu dibongkar pasang dengan tidak mengganggu fungsi bagian lain. Hubungan satu dengan yang lainnya didefinisikan dengan

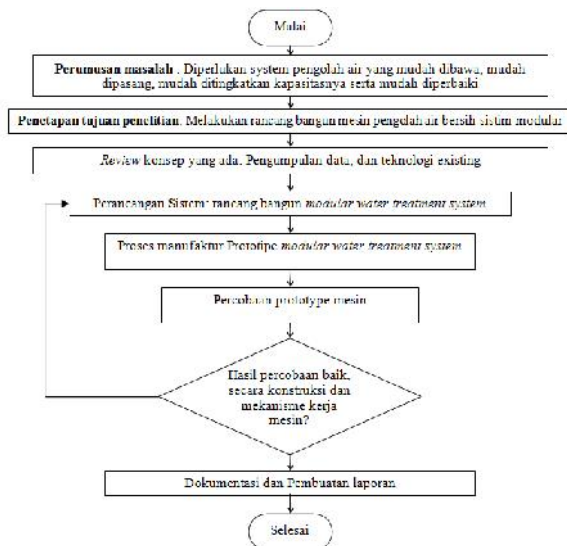
sistem masukan dan luaran setelah melalui proses pengolahan per fungsi bagian tersebut. Fungsi bagian tersebut terdiri dari:



Gambar 2 Fungsi Bagian

Perancangan manufaktur didesain sedemikian rupa sehingga mencapai tujuan yang diinginkan yaitu mudah untuk dipindahkan (portable) dengan kapasitas air yang cukup signifikan untuk kebutuhan hidup per hari. Kemudian seluruh parameter rancangan akan diterapkan pada pembuatan prototipe dan hasilnya di analisis.

Berikut ini adalah diagram alir langkah-langkah pelaksanaan penelitian.



Gambar 3 Diagram alir

**4. PROSES PERANCANGAN**

**4.1 Fungsi Bagian Rangka**

Rangka yang dibuat dipilih dari beberapa alternatif yaitu dibaut, dilas, dikeling dan dicor.

**4.2 Fungsi Bagian Pre-filter**

Proses pre-filter dipilih berdasarkan beberapa alternatif yaitu cyclon, screen pab, standard product dan platypus.

**4.3 Fungsi Bagian Koagulasi**

Proses koagulasi dipilih berdasarkan beberapa alternatif yaitu PAC, TiO<sub>2</sub>+UV, elektromagnetik ion Fe/Mg dan DNA Enzym.

**4.4 Fungsi Bagian Flokulasi**

Proses Flokulasi dipilih berdasarkan beberapa alternatif yaitu zigzag, pengadukan dan selang.

**4.5 Fungsi Bagian Sedimentasi**

Proses Sedimentasi dipilih berdasarkan beberapa alternatif yaitu tank dan sarang tawon

**4.6 Fungsi Bagian Filtrasi**

Proses koagulasi dipilih berdasarkan beberapa alternatif yaitu ultra filter, nano filter, osmo filter dan pasir.

**4.7 Fungsi Bagian Desinfeksi**

Proses koagulasi dipilih berdasarkan beberapa alternatif yaitu kaporit, UV dan ozon.

**4.8 Pembuatan Variasi Konsep**

Setelah pembagian fungsi dibuatkan variasi-variasi yang merupakan gabungan dari fungsi-fungsi bagian tersebut.

Tabel 8 Kotak morfologi

REKAMATI	I	II	III	IV
PROSEKER	DI DAUT	DI LAS	DI KELING	DI COR
RANGKA	PAC	LiO <sub>2</sub> UV	ELEKTROMAGNETIK	DNA ENZYM
KOAGULASI	ZIG ZAG	PENGADUKAN	SELANG	
FLOKULASI	TANK	SARANG TAWON		
SEDIMENTASI	ULTRA FILTER	NANO FILTER	OSMO FILTER	PASIR
FILTRASI	KAPORIT	UV	OSON	
DESINFEKSI				

**4.9 Alternatif Fungsi Keseluruhan**

Adapun variasi-variasi konsep sebelumnya diterjemahkan kembali menjadi 3 buah alternatif fungsi keseluruhan untuk dinilai dan dipilih yang terbaik.

**4.10 Penilaian Alternatif Fungsi Keseluruhan**

Ketiga alternatif tersebut dinilai untuk memperoleh alternatif fungsi keseluruhan terbaik.

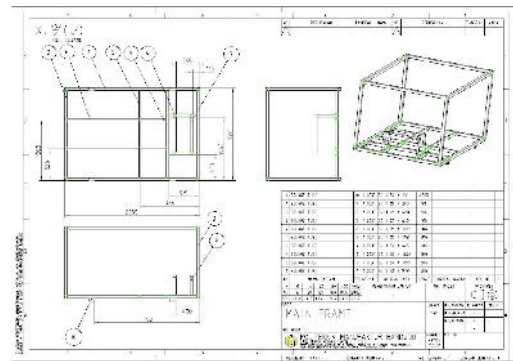
Tabel 9 Kriteria penilaian variasi prinsip

PARAMETER	1 Sangat Buruk	2 Buruk	3 Cukup	4 Baik	5 Sangat Baik
Fungsi / Tujuan alat	Membuat sangat sedikit atau tidak ada sama sekali	Membuat sedikit atau tidak ada sama sekali	Membuat cukup atau tidak ada sama sekali	Membuat banyak atau tidak ada sama sekali	Membuat sangat banyak atau tidak ada sama sekali
Prinsip / Metode / Perencanaan	Prinsip yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Prinsip yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Prinsip yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Prinsip yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Prinsip yang tidak ada atau tidak ada sama sekali
Perencanaan / Perencanaan	Perencanaan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Perencanaan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Perencanaan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Perencanaan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Perencanaan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali
Pembuatan	Pembuatan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Pembuatan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Pembuatan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Pembuatan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Pembuatan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali
Operasional	Operasional yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Operasional yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Operasional yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Operasional yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Operasional yang tidak ada atau tidak ada sama sekali
Keamanan	Keamanan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keamanan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keamanan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keamanan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keamanan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali
Keandalan	Keandalan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keandalan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keandalan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keandalan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Keandalan yang tidak ada atau tidak ada sama sekali
Biaya	Biaya yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Biaya yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Biaya yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Biaya yang tidak ada atau tidak ada sama sekali	Biaya yang tidak ada atau tidak ada sama sekali



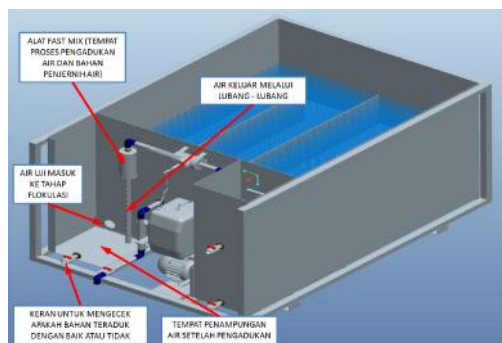
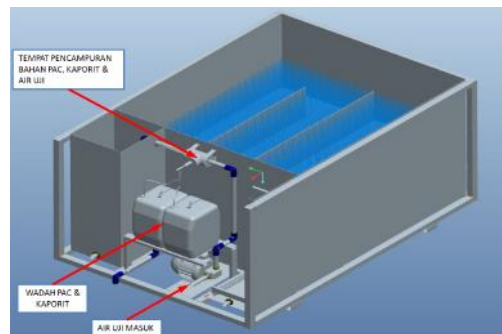
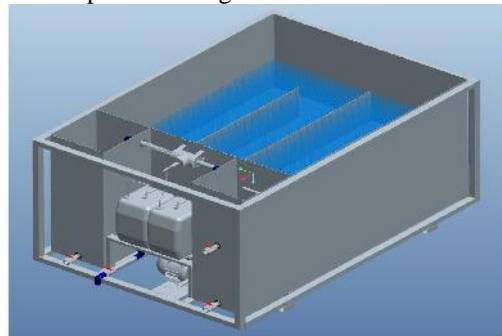
Tabel 10 Penilaian variasi prinsip

No	Aspek Yang Dimilai	Bobot (%)	AFK			Nilai Ideal
			ΔFK 1	ΔFK 2	ΔFK 3	
1	Fungsi	50	4	5	5	5
2	Manufaktur	15	3	3	4	5
3	Penanganan	10	4	3	5	5
4	Perakitan	10	3	3	4	5
5	Perawatan	5	4	3	4	5
6	Diaya	5	1	2	3	5
7	Berat	5	5	5	5	5
Nilai total ((Nilai AFK) x (Bobot)) / 100			3,65	4,05	4,6	5,00
Prosentase: $\frac{\text{Nilai total AFK} \times 100}{\%}$			73 %	81 %	92 %	100 %
Nilai ideal total						



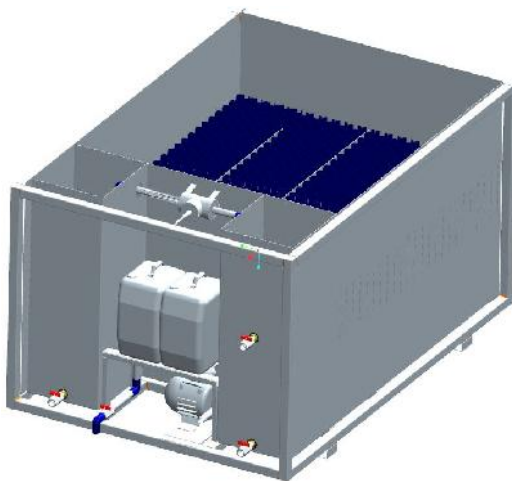
Gambar 6 Contoh dokumen teknik

Sistem kerja dari mesin pengolah air ini dapat dilihat pada skema gambar sistem berikut:



**4.11 Konsep Pemecahan**

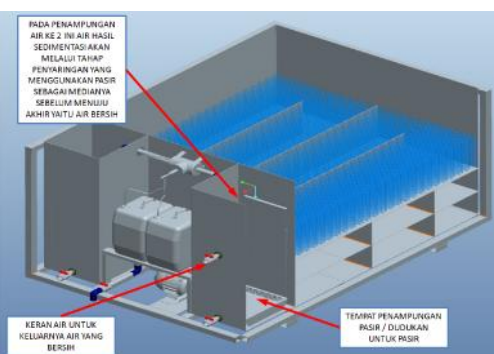
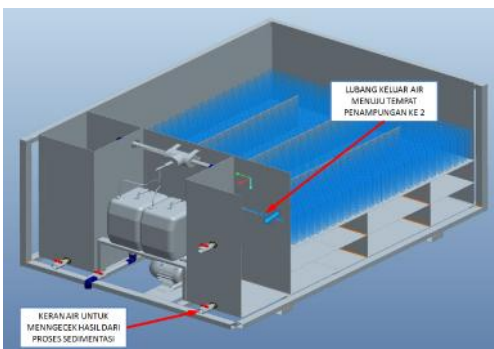
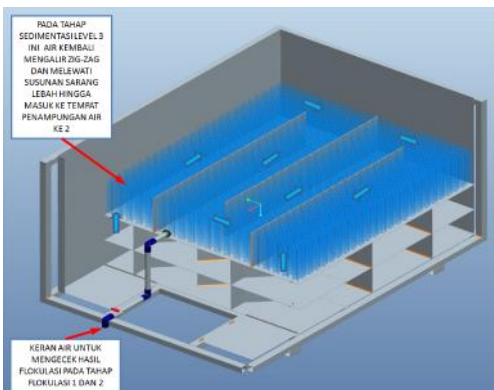
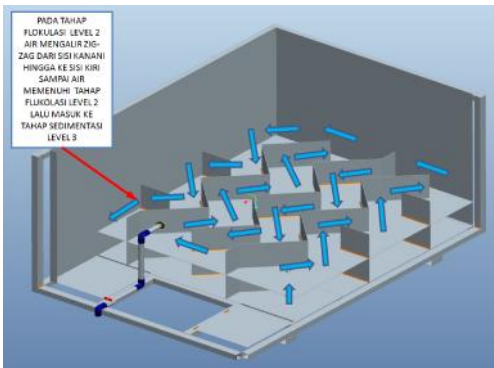
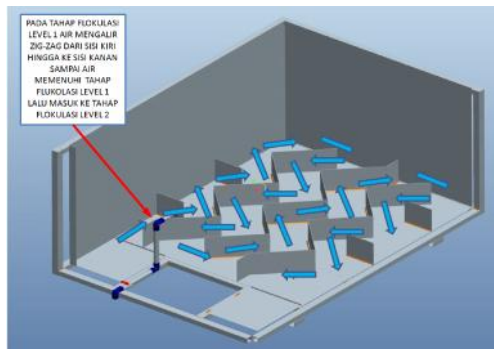
Berdasarkan aspek-aspek penilaian fungsi sebelumnya, maka fungsi kombinasi dari variasi konsep yang paling ideal dari ketiga alternatif fungsi keseluruhan adalah alternatif 3, dengan prosentase 92 %, sehingga berdasarkan hasil tersebut dipilih rancangan-rancangan berdasarkan fungsi-fungsi dari alternatif 2.



Gambar 4 Rancangan terpilih

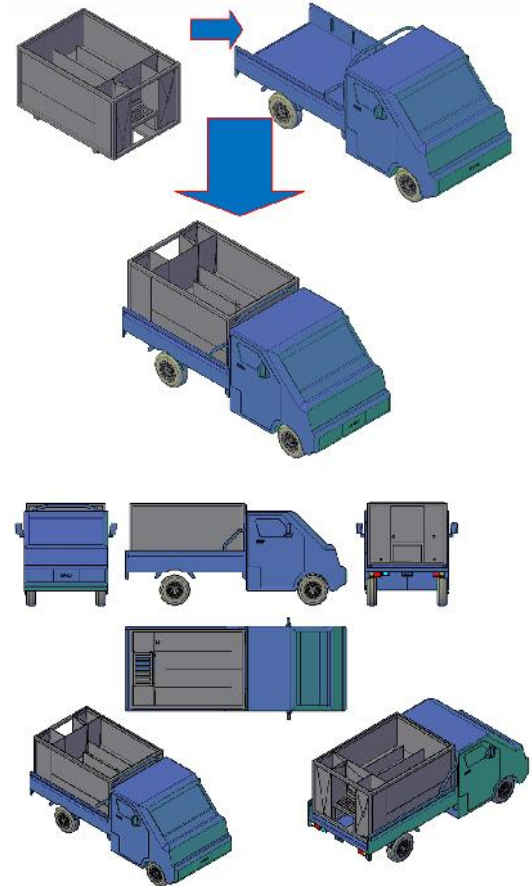
**4.12 Pembuatan Draft Rancangan, Gambar Susunan dan Gambar Bagian**

Tahapan penyelesaian akhir yang harus dilakukan adalah melakukan penggambaran gambar kerja detail dan gambar kerja susunan, yang nantinya akan digunakan sebagai informasi pada proses manufaktur. Selain itu gambar kerja detail dan gambar kerja susunan dapat juga dijadikan sebagai dokumen teknik.



Gambar 5 Sistem kerja mesin

Penambahan fungsi pembawa yaitu mobil bak juga ditambahkan dengan tanpa melalui alternatif perancangan diatas karena sistem pembawa ini sudah ditentukan sedari awal yaitu menempatkan mesin ini diatas mobil bak. Memang dibutuhkan sistem pencekam atau pengikat pada mobil bak ini supaya mesin tidak bergeser atau bahkan jatuh dan terlempar dari mobil bak saat dalam perjalanan.



Gambar 6 Sistem kerja mesin

### 5. PROSES PEMBUATAN PROTOTIPE

Setelah proses perancangan dilaksanakan dimana hasil akhir dari proses perancangan adalah satu set dokumen gambar teknik berupa gambar susunan dan gambar bagian, maka selanjutnya dilakukan proses pembuatan (manufaktur) berdasarkan dokumen gambar tersebut. Proses ini merupakan proses pewujudan produk dari yang awalnya ide yang tertuang dalam bentuk gambar menjadi produk jadi yang memiliki bentuk fisik nyata.



Gambar 7 Prototipe mesin

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Proses perancangan dan pembuatan compact mobile water treatment ini dapat terlaksana dan dapat diwujudkan menjadi sebuah produk yang diharapkan memiliki nilai guna bagi masyarakat khususnya yang mengalami keadaan darurat air
- Proses perancangan dilakukan dan terpilih alternatif rancangan ketiga yang memiliki nilai aspek rancangan tertinggi sebesar 92%.
- Penerapan sistim mobile dilakukan dengan menempatkan mesin pengolah air diatas mobil bak yang diharapkan dapat berpindah lokasi sesuai kebutuhan.

### Saran

- Dilakukan penelitian untuk penentuan waktu yang tepat untuk melakukan backwash, dilihat dari nilai kekeruhan air olahan. Sehingga dapat ditentukan setelah pemakaian berapa kali backwash harus dilakukan.
- Pada penelitian selanjutnya perlu dikembangkan pengkajian menggunakan

kontrol otomatis pada Mesin Pengolah Air Bersih Sistem mampu pindah ini.

- Perlu dikembangkan pengkajian terhadap waktu proses, sehingga dapat mempercepat proses pengolahan air bersih. Mesin Pengolah Air Bersih Sistem Modular menghasilkan output 1M3/jam.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. *Water Chemistry & Treatment*. <http://www.water-chemistry.in>. (19 Juli 2011).
2. Departemen Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/ SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Jakarta: Departemen Kesehatan RI, 2002.
3. H. Effendi. *Telaah kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius, 2003
4. A. Herlambang. "Teknologi Penyediaan Air Minum Untuk Keadaan Tanggap Darurat". *Jurnal Air Indonesia, Vol.6, No.1*, 2010.
5. R.H. Indriatmoko dan W. Widayat. "Penyediaan Air Minum Pada Situasi Tanggap Darurat Bencana Alam". *Jurnal Air Indonesia, Vol.3, No.1*, 2007.
6. Ministry of environment and forests. *Status Of Water Treatment Plans In India*. <http://www.cpcb.nic.in>. (3 Agustus 2011).
7. P. N. Raharjo. "Aplikasi Teknologi Pengadaan Air Bersih di Empat Desa Tertinggal di Bengkulu Selatan". *Jurnal Air Indonesia, Vol.3, No.1*, 2007.
8. Said, Nusa Idaman, Indriatmoko, Robertus Haryoto, Raharjo, P. Nugro, dan Herlambang, Arie. "Aplikasi teknologi pengolahan air sederhana untuk masyarakat pedesaan". *Jurnal Air Indonesia, Vol.1, No.2*, 2005.