



Desain Mobile Unit Instalasi Pengolahan Air Minum Untuk Kondisi Darurat Bencana Banjir Dengan Menggunakan Membran Mikrofiltrasi

Di susun oleh :

Angie Prabhata Putra (3310100110)

Dosen pembimbing :

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng



Latar Belakang

Penyebab
terjadi nya
banjir

Kualitas air
saat terjadi
banjir

Kebutuhan air
saat atau
pasca terjadi
banjir

Pengolahan air banjir dengan
menggunakan **Mobile Water
Treatment** dan Membran MF



(sumber : www.annehira.com/buangsampah2)

(sumber : megapolitan.kompas.com)

merdeka.com



Rumusan Masalah

Bagaimana mengkonsep dan mendesain unit IPAM secara mobile di kondisi darurat bencana.

Menghitung jumlah biaya yang dibutuhkan untuk pengolahan air minum *mobile* saat kondisi banjir dengan menggunakan membran mikrofiltrasi.





Tujuan Perencanaan

Mendesain atau mengkonsep IPAM
(instalasi pengolahan air minum) *mobile*

Menghitung biaya yang diperlukan untuk
mendesain IPAM *mobile*



Ruang Lingkup

- Digunakan untuk membantu pengungsi bencana banjir.
- Disusun *Detail Engineering Desain (DED)* untuk instalasi pengolahan air minum yang telah disesuaikan dengan karakteristik air banjir.
- Air baku berasal dari air banjir di daerah sungai kali Mas/kali Jagir, Surabaya.
- Disusun *Bill Of Quantity (BOQ)* dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) untuk alat dan bahan.



Analisis dan Pembahasan



Penelitian awal dan pengumpulan data

- Karakteristik air banjir

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan Air Minum	Hasil Analisa
1	Kekeruhan	NTU	5	55
2	pH	-	6,5-8,5	7,58
3	E.coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	500.000

Sumber: Hasil Analisis



Removal Untuk Unit Pengolahan

Menurut saragih, tahun 2011 :
Efisiensi pengolahan air banjir pada parameter kekeruhan dan E.Coli untuk pemilihan unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi, desinfeksi mempunyai prosentase removal 99,98 %



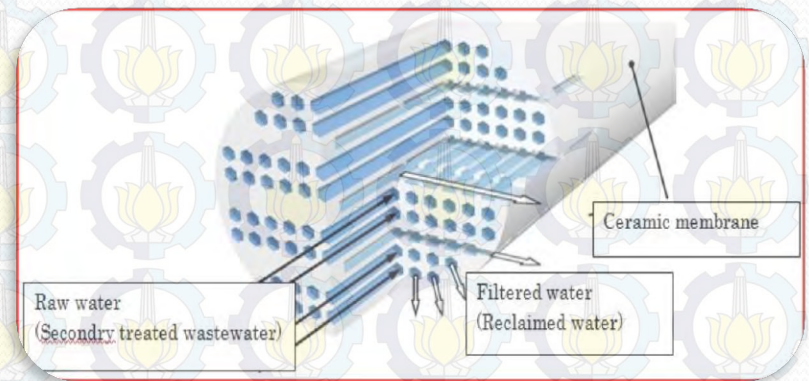
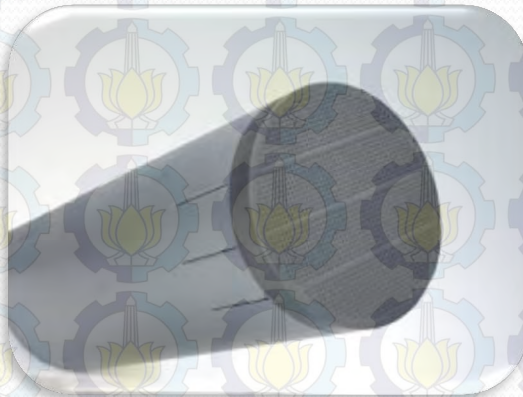
Spesifikasi Membran Mikrofiltrasi

- Membran yang digunakan membran *CeraMemVeolia Water Technologies*.
- Membran keramik dengan material *Silicon Carbide (SiC)*
- Dimensi membran panjang 34 inch x diameter 5,6 inch. Housing filter menggunakan *Stainless Steel*.
- Fluks 1200 Lmh/bar
- Ukuran pori 0,2 μm
- Luas filtrasi 5 m^2

(Sumber <http://veoliawatertechnologies.com/>)



CeraMem Silicon Carbide Ceramic



Sumber <http://veoliawatertechnologies.com/>)

Sumber <http://veoliawatertechnologies.com/>)



Spesifikasi Mobil Pengangkut

Tipe kendaraan adalah jenis truk Isuzu Elf NKR 71 LWB, dengan panjang keseluruhan untuk truk adalah 6,935 m, dan untuk lebar truk 1,920 m, tinggi 2,211 m. Berat beban maksimum truk adalah 8000 kg. Gambar Truk Isuzu Elf NKR 71 LWB



Gambar . Isuzu Elf NKR 71
LWB

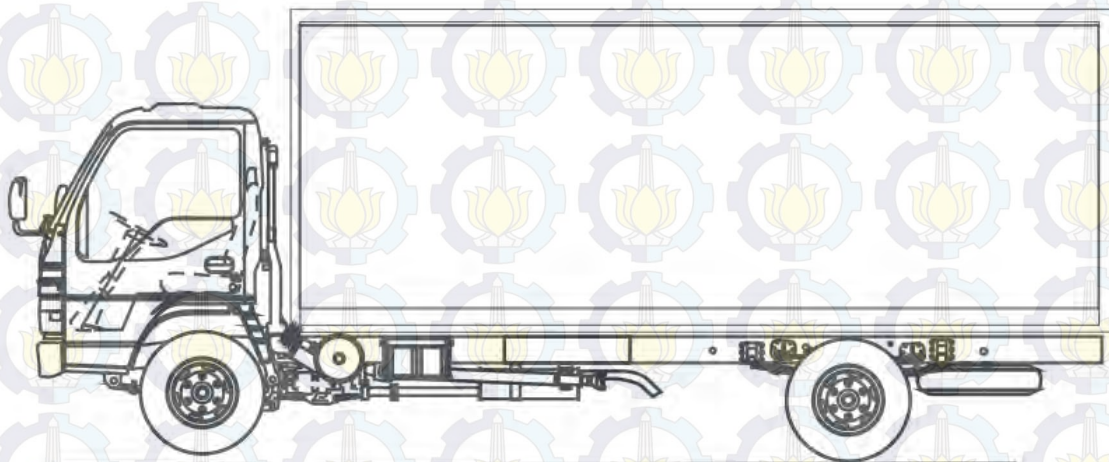
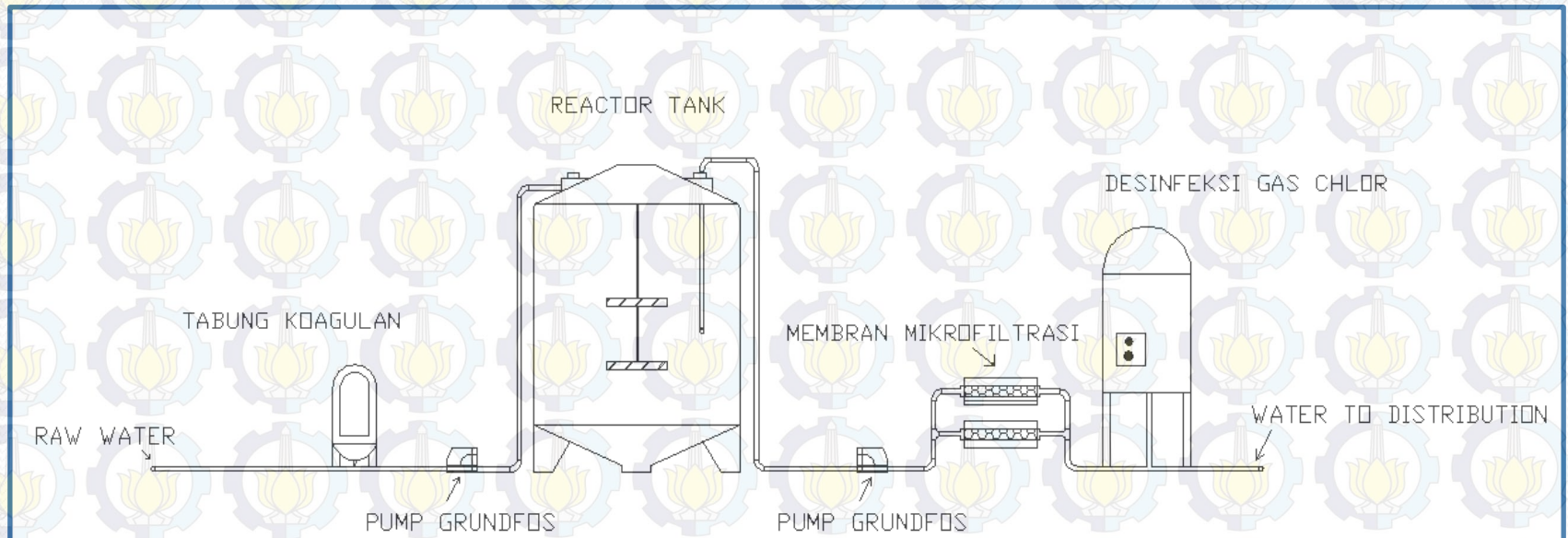




Diagram Alir Pengolahan





Kebutuhan air bersih maupun air minum dan sarana sanitasi

Menurut *Peraturan Kepala BNPB No 7 Tahun 2008 Tentang Pedoman Tata Cara Pemberian Bantuan Pemenuhan Kebutuhan Dasar*.

Kebutuhan total untuk kebutuhan air bersih & sanitasi dan air minum adalah 17,5 liter/orang/hari. (air minum 2,5 liter/orang/hari & air bersih dan sanitasi 15 liter/orang/hari).

- Jumlah pengungsi = 4144 orang
- Kebutuhan air bersih tiap orang = 17,5 L/org/hari
- Total kebutuhan air bersih & sanitasi pengungsi = 4144 orang x 15 L/orang/hari = 62160 Liter/org/hari.
- Total kebutuhan air minum pengungsi = 4144 orang x 2,5 L/orang/hari = 10360 Liter/org/hari



Kebutuhan Koagulan Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Dalam perencanaan ini dilakukan penelitian pendahuluan yaitu melakukan penentuan dosis optimum penambahan koagulan. Dalam perencanaan ini penambahan dosis koagulan didapatkan dari literatur .

Menurut Wiesner et al., 1992; Coffey et al., 1993 , untuk *MF pretreatment*, dalam penambahan aluminium sulfat dan *ferric sulfate* dengan konsentrasi dosis antara 5 – 50 mg/l.



Unit Gabungan Koagulasi & Flokulasi

- Panjang pipa inlet tangki adalah direncanakan sebagai berikut :
= 6,121 m
- Debit = 0,01 m³/det (kapasitas pompa 600 l/min)
- Td untuk pengisian tangki adalah 3 menit/180 detik
- Volume untuk pengadukan = 1800 Liter/1,8 m³
- Diameter pipa inlet dan outlet
= 0,079 m
= 89 mm (3 inch) yang ada dipasaran
- Kecepatan dalam pipa (v)
= 2 m/det



- Flokulasi & koagulasi mekanis :
- Untuk nilai kriteria desain koagulasi adalah $T_d = (20 - 60 \text{ detik})$ dengan nilai $G (700 - 1000 / \text{detik})$.
- $G_{td} < 60000$ dan $N_{re} > 10000$ (koagulasi)
- Untuk nilai kriteria desain flokulasi adalah $T_d = (20 - 100 \text{ menit})$ dengan nilai $G (75 - 175 / \text{detik})$.
- $G_{td} 125 - 200$ ($G_{td} = x 1000$) yaitu untuk penurunan kekeruhan + warna (tanpa resirkulasi). Sumber : Schulz, 1984



Direncanakan untuk koagulasi & flokulasi :

- Perhitungan dimensi paddle :
- Jenis impeller
= *Four Straight Blade/Flat Paddle*
- Bahan material adalah
= aluminium
- Rasio $D_i/W_i = 6$
- KL dan KT = 49 dan 2,75
- Diameter blade = 112 cm (1,12 m) (80% dari diameter bak).
- $N_p = 2,6$
- Untuk Nre untuk koagulasi dan flokulasi mekanis = 3646216,6
yaitu memenuhi $Nre > 10000$

Perhitungan untuk pengadukan cepat (koagulasi) :

- Debit = 10 L/det
- Td untuk pengisian tangki = 3 menit/ 180 detik
- Volume yang akan diolah = 1800 liter/1,8 m³
- Td untuk waktu pengolahan = 20 detik
- Nilai Gradien kecepatan (G) = 1000/det
- P (power/daya) = $G^2 V \mu$
- G^2 = gradien kecepatan (/det)
- V = volume tangki (m³)
- μ = viskositas fluida/kekentalan absolut cairan (N-det/m²)
- Power atau daya yang dihasilkan dari perhitungan pengadukan cepat oleh motor pengaduk adalah 1602 N-det/m.
- Efisiensi daya pompa 80% $\left(\frac{P}{Dt^5 \times \rho \times Kt} \right)^{\frac{1}{3}}$ = 1281 watt (1,28 kW)
- Kecepatan rotasi blade = 42 rpm (2 – 150 rpm)
- Cek Gtd
 = 20000/det
 = (Gtd < 60000) memenuhi.

Perhitungan untuk pengadukan cepat (flokulasi) :

- Debit = 10 L/det
- Td untuk pengisian tangki = 3 menit/ 180 detik
- Volume yang akan diolah = 1800 liter/1,8 m³
- Td untuk waktu pengolahan = 20 menit (20 – 100 menit)
- Nilai Gradien kecepatan (G) = 125/det
- P (power/daya) = $G^2 V \mu$
- G^2 = gradien kecepatan (/det)
- V = volume tangki (m³)
- μ = viskositas fluida/kekentalan absolut cairan (N-det/m²)
- Power atau daya pengadukan yang dihasilkan dari perhitungan pengadukan lambat oleh motor pengaduk adalah 25,03 N-det/m.
- Efisiensi daya pompa 80% = 20,02 watt (0,02 kW)
- Kecepatan rotasi blade $\left(\frac{P}{Dt^5 \times \rho \times Kt} \right)^{\frac{1}{3}}$ = 11 rpm (2 – 15 rpm)
- Cek Gtd = 150000/det
- = (Gtd 125000 - 200000) memenuhi.



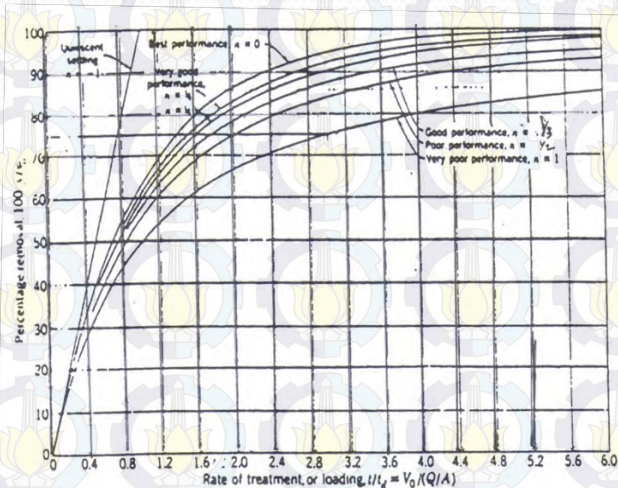
Unit Sedimentasi

Zona Pengendapan :

- ❑ Overflowrate (Q/A) = $0,85 - 2,0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$
- ❑ $NRe < 2000$, untuk menjaga aliran tetap laminar
- ❑ $NRe > 10^5$, untuk mencegah “short circuit”
- ❑ $V_{\text{Horizontal}} < V_{\text{Scouring}}$, untuk mencegah resuspensi
- ❑ $V_{\text{Settling partikel}} > V_o$, agar partikel terendapkan 100%
- ❑ Kecepatan pengaliran (V_o) = $0,33 - 0,7 \text{ Vs}$



- RT % (Removal Turbidity) = 65 %
- Surface loading (SL) = 60 m³/hari-m²
- Waktu detensi = 40 menit (2400 detik)
- Spesific gravity (Ss) = 2,65 gr/cm³





Direncanakan :

❑ Debit (Q)

= 0,01 m³

❑ H kedalaman ruang lumpur

= 45 cm

❑ Diameter partikel

$$dp = \sqrt{\frac{Vs \cdot \nu}{\frac{1}{18} \cdot g \cdot (Ss - 1)}}$$

= 0,0007431 m

= 0,743 mm

❑ Kecepatan Horizontal (Vh)

= 0,0005833

m/det

❑ R (jari-jari hidrolis)

= 0,7 m

❑ Nre

= 485,4 < 2000

(memenuhi)



Zona Lumpur :

Untuk zona lumpur yaitu menurut sumber Kawamura, 1991 = (dosis alum (mg/l) x 2,2) + (kekeruhan air baku (NTU) X 1,3 X 8,34)).

Didapatkan hasil dari perhitungan diatas = 640 mg/l

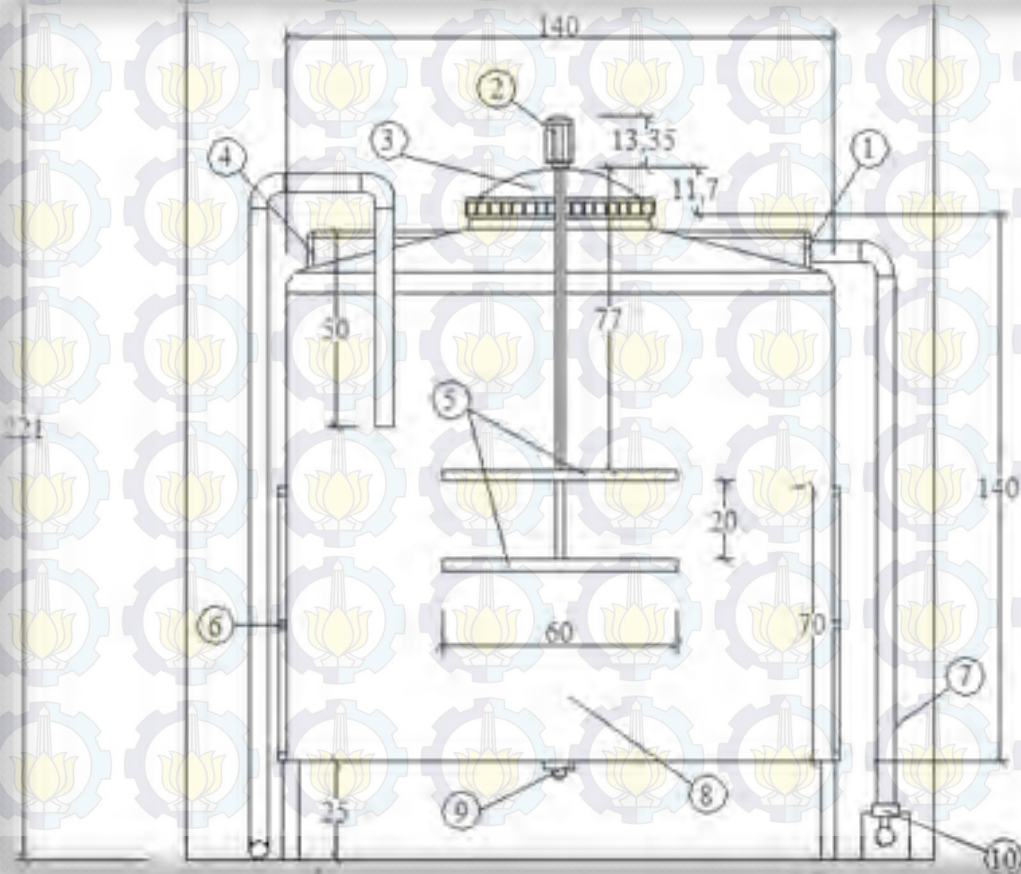
- Air tangki yang diolah = 1800 liter
- Volume atau berat lumpur = (zona lumpur x total air yang diolah)
= 640 mg/l x 1800 Liter = 1152558 mg/1,15 kg
- ρ (lumpur setelah pembubuhan alum) = 1400 kg/m³ (1,4 kg/liter)

Volume lumpur total adalah $= V_{\text{lumpur}} = \text{massa} / \text{densitas}$
 $= 0,8232 \text{ liter}$

- Air hasil produksi setelah proses pengendapan = 1800 liter – 0,8232 liter = 1799,176 liter.



Gambar. Tangki flokulasi dan sedimentasi





Membran Catridge Filter

- Direncanakan catridge filter
- Material = polypropylene
- Ukuran micron = 5 micron
- Diameter katrid = 2,5 " (6,35 cm)
- Panjang = 9-7/8 " - 40 " (25,4 cm)
- Temperature maksimum = 60° C
- Untuk housing katrid filter menggunakan :
 - Material = polypropylene
 - Maksimum temperatur = 52° C
 - Maksimum tekanan = 125 psi



Gambar. Catridge Filter





Membran Mikrofiltrasi

- Fluks= 1200 l/m².jam = 1,2 m³/ m².jam
- Debit (Q) = 10 L/det
- Luas filtrasi 1 membran (spesifikasi produk) = 5 m²
- Dimensi membran:
Panjang= 34 inches = 864mm= 0,864 m
Diameter= 5.6 inches= 142mm= 0,142 m
- Waktu yang diperlukan untuk melewati permeat :
- $J = V/A.t$
 t (waktu) = Volume permeat / (luas permukaan membran x fluks membran atau larutan)
= 1799,89 Liter / (5 m². x 1,2 m³/ m².jam)
= 0,299982321 jam (17,99 menit)



- Dimensi membran:

- Panjang = 34 inches = 864mm = 0,864 m

- Diameter = 5.6 inches = 142mm = 0,142 m

- Pipa Inlet

- Debit = 10 L/det = 0,010 m³/det

- V(kec.aliran) = 3 m/det (sesuai spek 3 - 4 m/s)

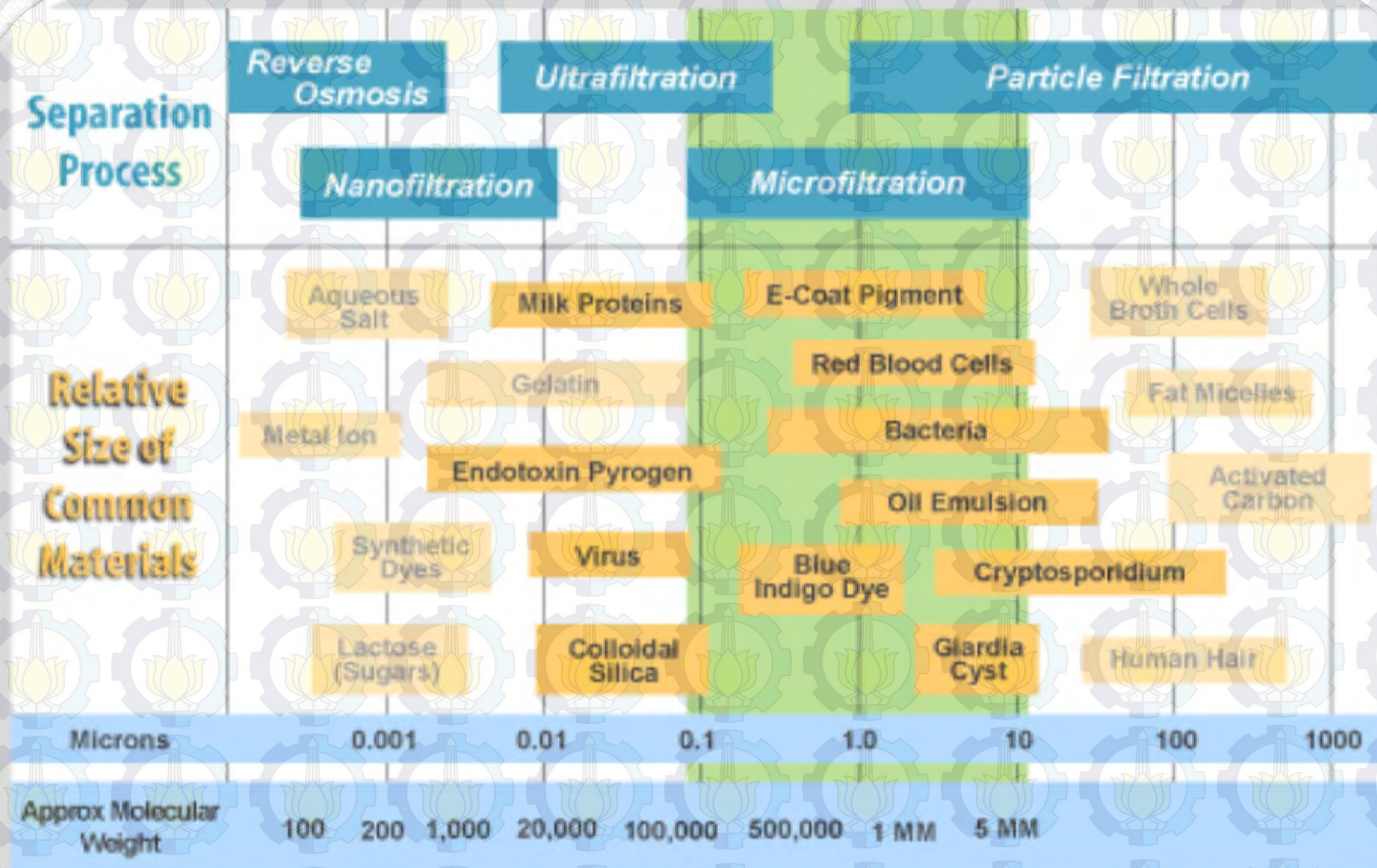
- A pipa = 0,003 m²

- D = 0,0651 m = 65 mm

Diameter pipa dipasaran 76 mm (2 ½ inch)

Separation Process

Relative Size of Common Materials



1 micron (micrometer) = 4×10^{-5} inches = 1×10^4 Angstrom units

© 2004 - Koch Membrane Systems



Tangki Backwash Membran

Kebutuhan backwash membran direncanakan :

- Metoda pencucian = backflushing
- Waktu atau t selama pencucian = 3 menit
- Volume untuk backflushing adalah $V = (J \times t \times A)$
 $= 1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam} \times 0,05 \text{ jam} \times 5 \text{ m}^2$
 $= 0,3 \text{ m}^3 = 300 \text{ liter}$
- Frekuensi backwash setiap selesai pengoperasian yaitu berarti 8 x dalam sehari = total kebutuhan backwash dalam sehari = 2400 liter



Unit Desinfeksi

Dalam perencanaan ini unit desinfeksi menggunakan sistem untuk pengaliran gas klor dengan tabung gas ukuran 50 kg dan di alirkan pipa injeksi ke pipa air bersih.

- Diketahui:
- Debit (Q)= 10 L/det
- Sisa klor= 0,3 mg/L
- Kapasitas tabung klorinator= 50 kg
- Kebutuhan klor untuk dosis 0,3 mg/L
- Debit klor = Debit x Dosis
= 10 L/det x 0,3 mg/L x 10^{-6} kg/mg x 3600 det/jam
= 0,0108 kg/jam
= 0,2592 kg/hari



Pompa Unit Instalasi Mobile Water Treatment

Pompa yang beroperasi ada 3 buah pompa dengan 1 buah pompa cadangan.

Pompa 1 berfungsi untuk mempompa air baku (air banjir) ke atas truk sampai ke unit koagulasi dan masuk ke tangki flokulasi sedimentasi.

Pompa 2 beroperasi untuk mempompa air dari tangki flokulasi dan di alirkan pada membran MF (mikrofiltrasi) lalu dialirkan ke sistem yang terakhir yaitu desinfeksi.

Pompa 3 berfungsi untuk mempompa air dari tangki backwash untuk mencuci membran dan dialirkan keluar truk.



Spesifikasi Pompa

- Spesifikasi pompa yang digunakan adalah
- Grundfos NF 30-36 T-pompa transfer :
- Kapasitas maksimum :
- Total head = 24 m
- Kapasitas = 600 L/menit
- Power motor = 4000 watt

(sumber: www.grundfos.com)





Genset

- Perhitungan kebutuhan kelistrikan
- Generator didasarkan atas kebutuhan energy yang diperlukan yaitu untuk menghidupkan 3 pompa dan 1 pompa cadangan. 1 motor pengaduk. Sehingga daya yang diperlukan oleh genset adalah sebagai berikut :
- Daya untuk 3 pompa dan 1 motor pengaduk
- W_{hp} (daya air) $= \frac{\gamma \times Q \times H}{75}$
- B_{hp} (daya poros) $= \frac{W_{hp}}{\eta}$



Kebutuhan listrik untuk daya pompa dan motor pengaduk adalah sebagai berikut didapatkan hasil perhitungan :

- ❖ Pompa 1 = 2122,0574 watt
- ❖ Pompa 2 = 1707,5403 watt
- ❖ Pompa 3 = 1614,0577 watt
- ❖ Motor pengaduk = 1302 watt
- ❖ Total daya atau power yang dibutuhkan adalah = 6745 watt (6,745 kW)



Kebutuhan bahan bakar minyak atau BBM untuk Genset :
Konsumsi bahan bakar solar untuk mesin generator set atau Genset .

Perhitungan ketetapan konsumsi BBM

$$= 0,21 \times P \times t$$

$$= 0,21 \times 32,81 \times 12 \text{ jam}$$

$$= 82,68 \text{ liter}$$

P = daya genset (KVA) (@ 1 KVA = 800 watt)

t = waktu atau jam

- Total kebutuhan bahan bakar genset adalah 3 jerigen ukuran 30 liter.



Spesifikasi Genset

- Adapun spesifikasi untuk Generac GP 17500 E , adalah sebagai berikut :
- Model = 5735-1 (EPA/49-State)
- AC maximum output motor = 26250 watt
- AC Voltage = 120/240 VAC
- Mesin type = OHVI
- Mesin RPM = 3600
- Kapasitas bahan bakar = 60,6 liter
- Berat kosong = 177 kg
- Dimensi (P X L X T) = 1232 mm x 787 mm x 1003 mm





Pelayanan Air Minum

- Air yang telah diolah lalu dibagikan ke setiap tenda pengungsi yang berisikan tiap tenda 45 orang.
- Jumlah pengungsi = 4144 orang
- Tiap tenda BNPB dapat memuat = 37 – 45 orang
- Jadi total tenda untuk pengungsi adalah 92 tenda
- Kapasitas atau volume air yang disediakan tiap tenda = 800 L/hari
- Total kebutuhan air = 73600 liter/orang/hari
- Spesifikasi tangki air blader portable :
 - @ lembaran PVC 0,9 mm
 - @ pipa outlet 1 buah
 - @ pipa inlet 1 buah
 - @ dimensi kapasitas 1000 liter (300 x 200 cm)
- Jumlah penyediaan tangki air portable = 92 buah



Dikarenakan sistem pengolahan batch maka air hasil olahan Waktu untuk operasional antara 05.00-10.00 & 14.00-19.00 jadi dalam beroperasi selama 12 jam

Tiap sekali beroperasi (1 unit MWT) atau air baku sampai jadi air siap minum membutuhkan waktu pengolahan sekitar 1,6 jam dan menghasilkan 1799,176 liter/operasi

- Air yang dihasilkan pada jam 05.00-10.00 (selama 6 jam dan 4 kali operasi menghasilkan air minum = 7196,70 liter
- Air yang dihasilkan pada jam 14.00-19.00 (selama 6 jam dan 4 kali operasi menghasilkan air minum = 7196,70 liter
- Total air siap minum yang dapat dihasilkan oleh MWT selama 12 jam operasi/hari adalah 14393,414 liter
- Dibutuhkan 6 unit MWT untuk memenuhi kebutuhan air untuk pengungsi yaitu 76000 liter/hari



Massa Mobile Water Treatment

Unit pengolahan saat tak beroperasi (Massa)		
Unit pengaduk cepat/pipa inlet tangki	2.13540096	kg
Tangki pembubuh koagulan	4.7714184	kg
Tangki backwash membran MF	4.900284	kg
Membran Mikrofiltrasi	123.195702	kg
Petugas operator	160	kg
Genset/generator	177	kg
Pompa Grundfos sentrifugal NF 30-36 T	135	kg
Tangki gas chlorine stainless steel	62.201255	kg
Lemari penyimpanan terbuat dari aluminium	438.75	kg
Unit flokulasi dan sedimentasi (Tangki)	203.7597904	kg
Total	1311.713851	kg

Massa Mobile Water Treatment saat beroperasi		
Larutan koagulan (tawas)	196	kg
Massa air dalam tangki flokulasi dan sedimen	1800	kg
Massa air dalam tangki backwash	360	kg
Massa air di pipa 48 mm	17.4011063	kg
Massa air di pipa 42 mm	15.6885503	kg
Total	2389.089657	kg

Total Massa Unit yang operasi dan tidak	3700.803507	kg
Berat Maksimal (Gross Vehicle Weight)	8000	kg



Rencana Anggaran Biaya

Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
RAB Bahan	Rp 136.741.048
RAB Pekerjaan	Rp 5.861.725
Harga Truck Isuzu ELF 71 LWB	Rp 280.000.000
Total	Rp 422.602.773



Saran dan Kesimpulan

- **Kesimpulan :**

Dari perencanaan ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Unit pengolahan yang diperlukan untuk mengolah air banjir di Surabaya menjadi air minum adalah unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, membran mikrofiltrasi dan desinfeksi.
- Pembuatan alat untuk *Mobile Water Treatment* ini membutuhkan dana Rp. 422.602.773,00.

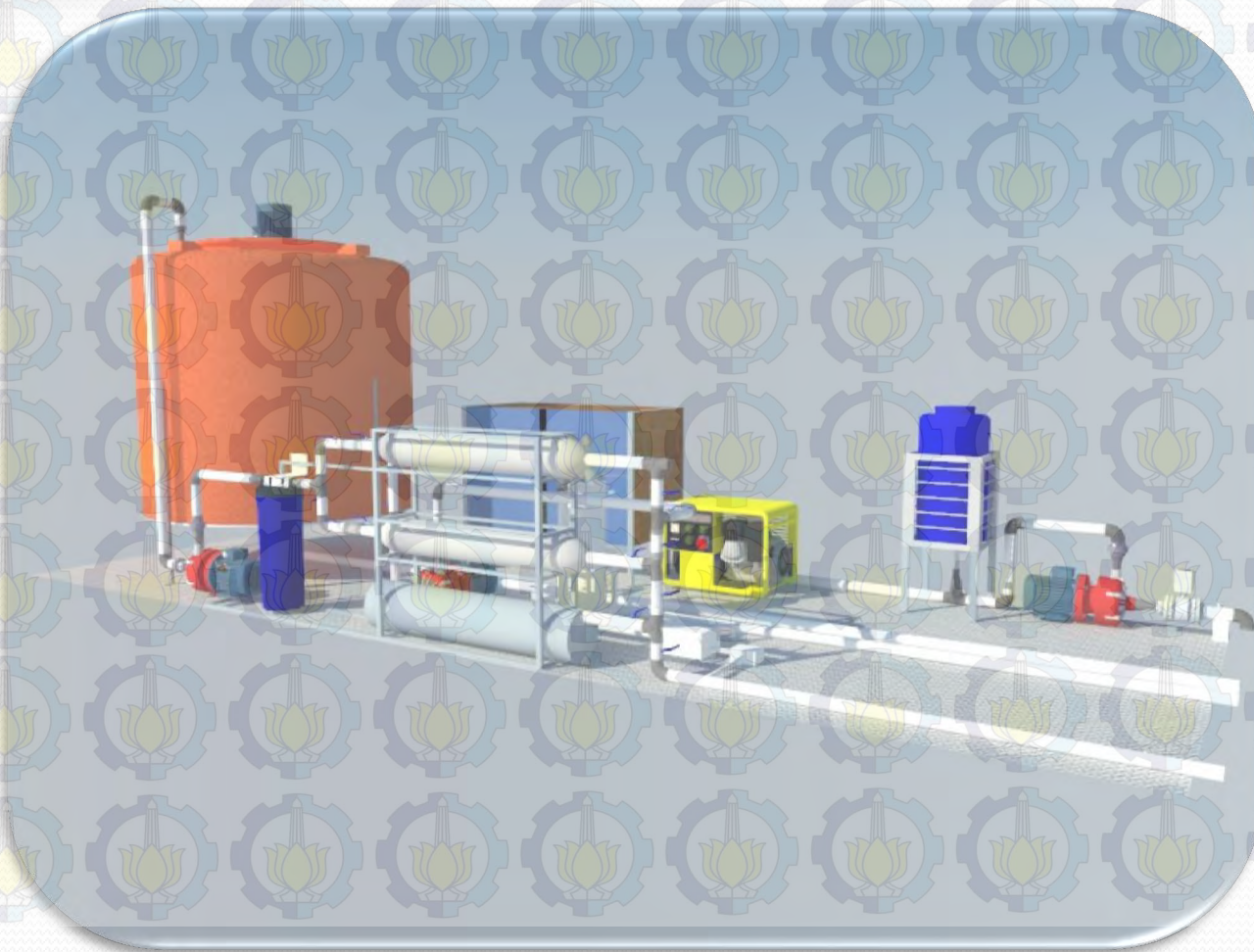


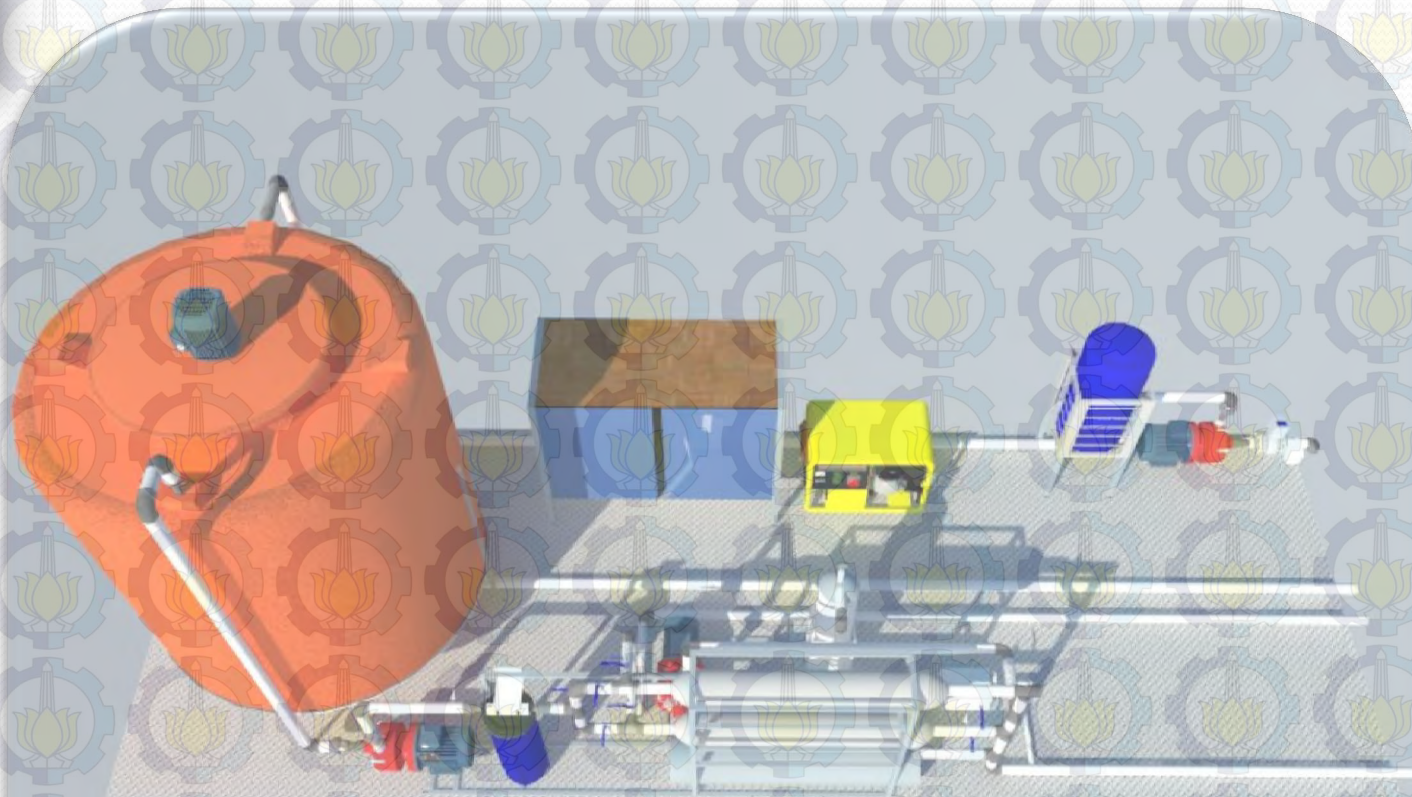
- **Saran :**

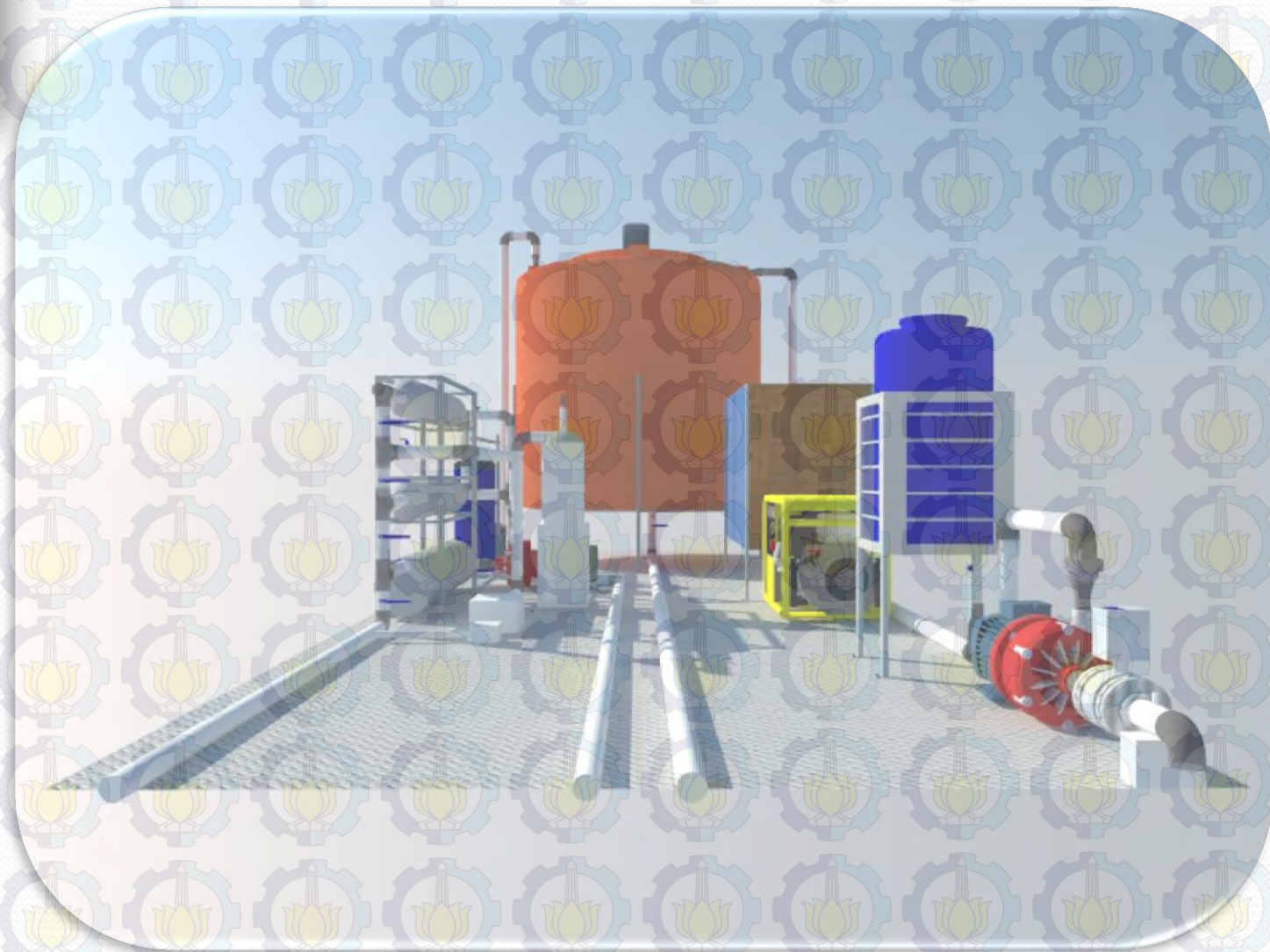
- Setelah melakukan perencanaan ini saran yang dapat disampaikan adalah:
- Melakukan penelitian untuk mengetahui removal membran dan air bersih yang dihasilkan. Data hasil penelitian digunakan untuk melakukan perencanaan.
- Sistem untuk pelistrikan harus direncanakan total untuk *Mobile Water Treatment* .
- Perlu dilakukan penelitian dalam pemenuhan parameter air minum menurut PERMENKES No 492 tahun 2010. Untuk parameter inti air minum.

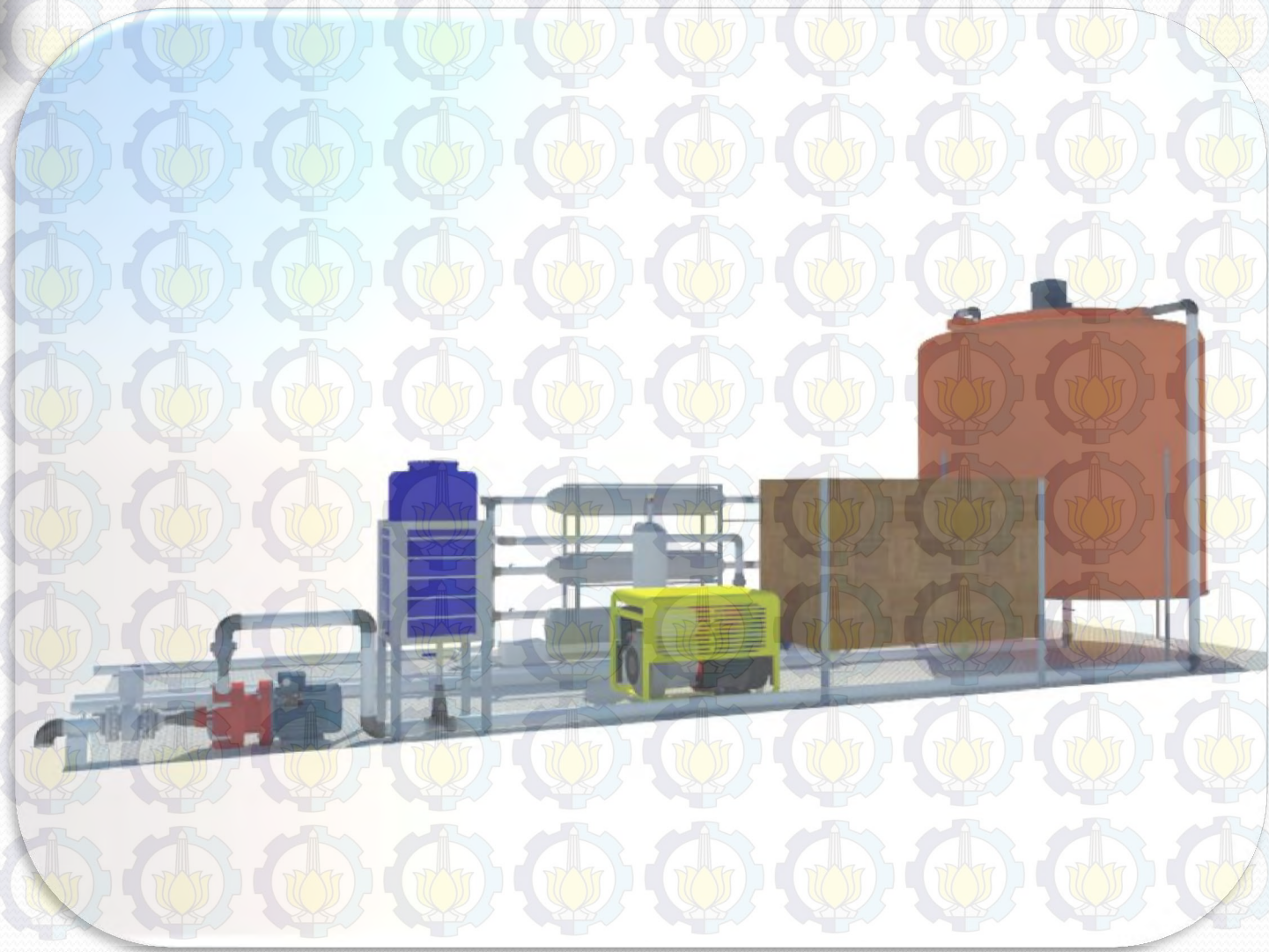


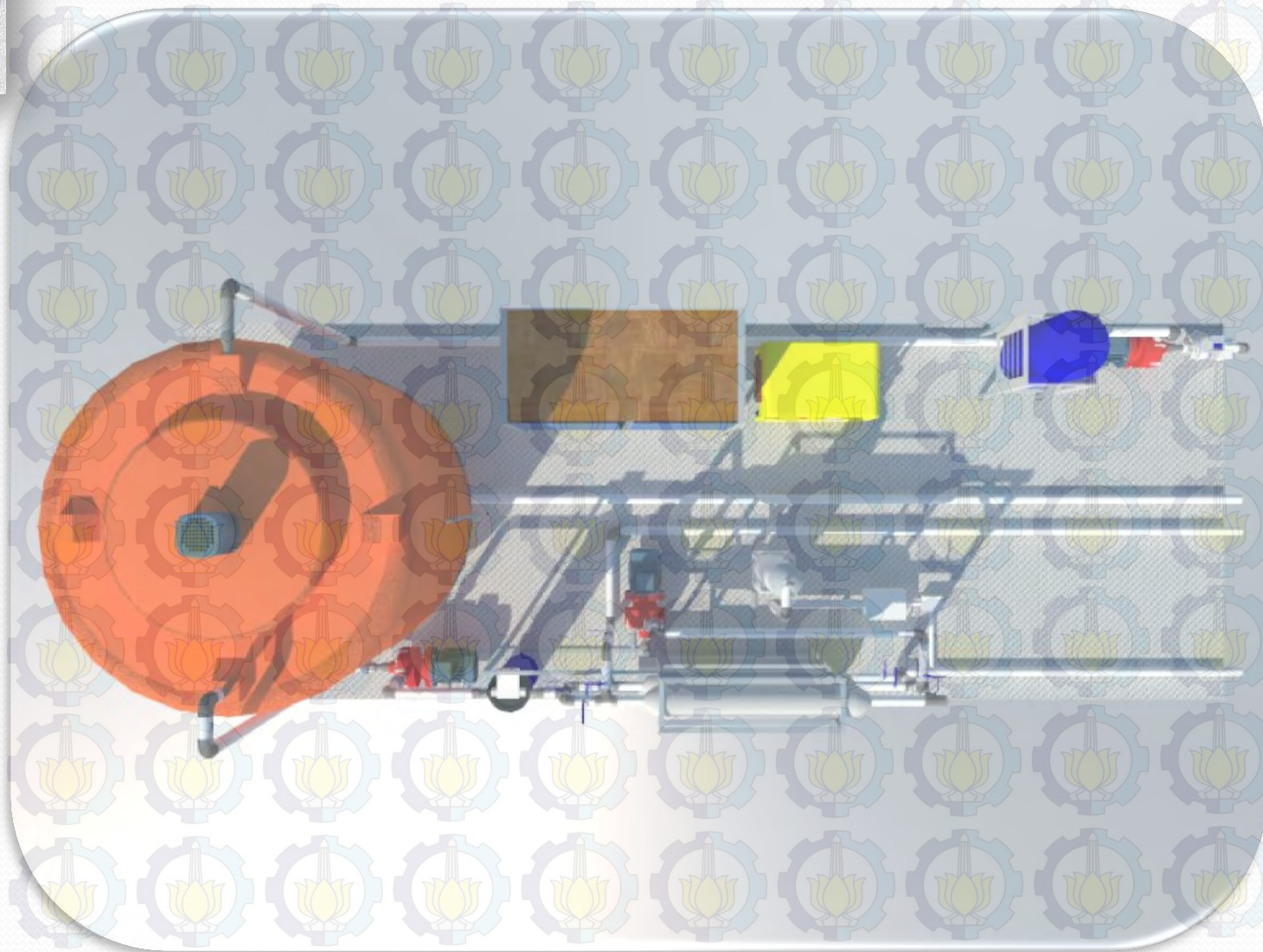
Gambar Unit Proses MWT













Gambar Truck pengangkut

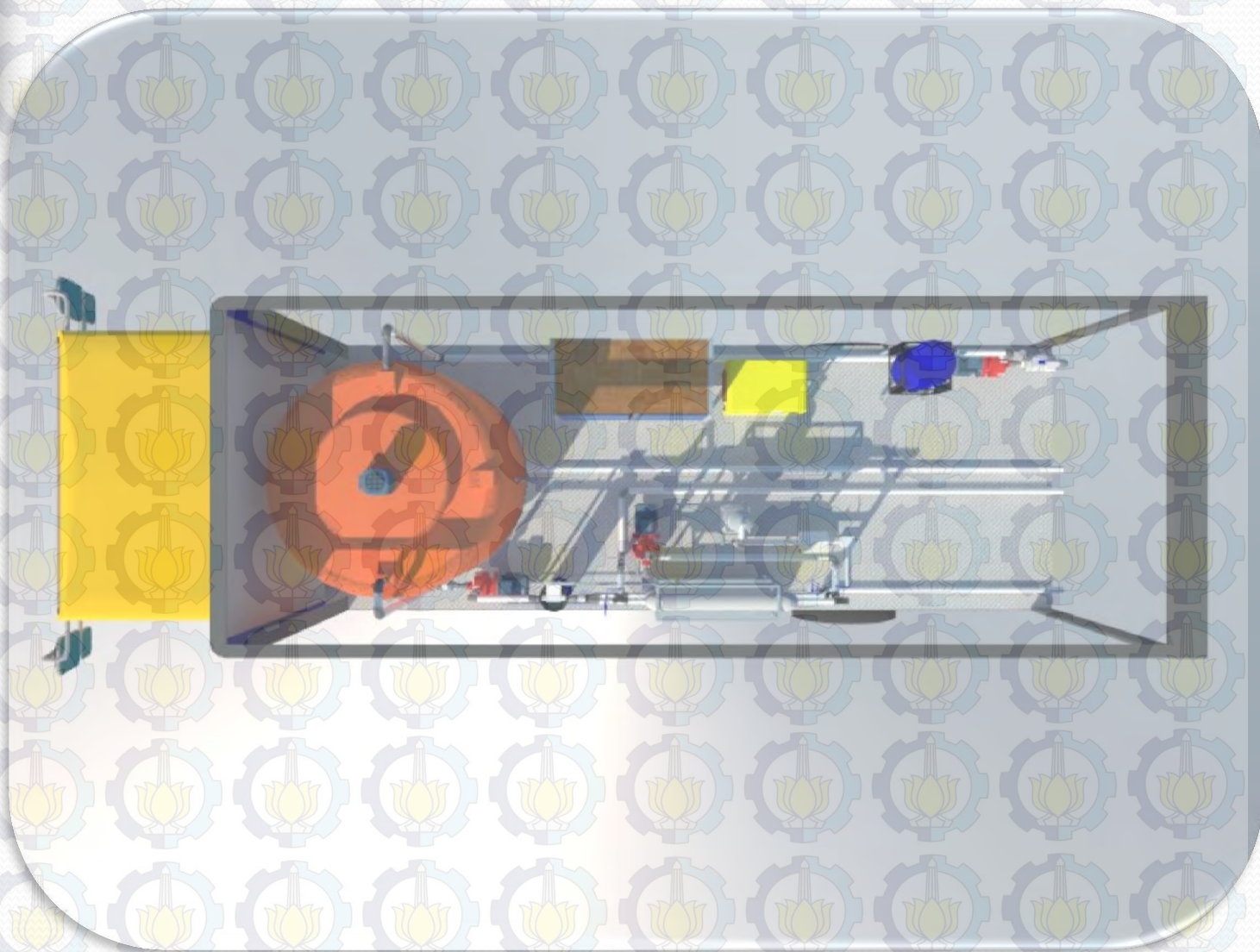


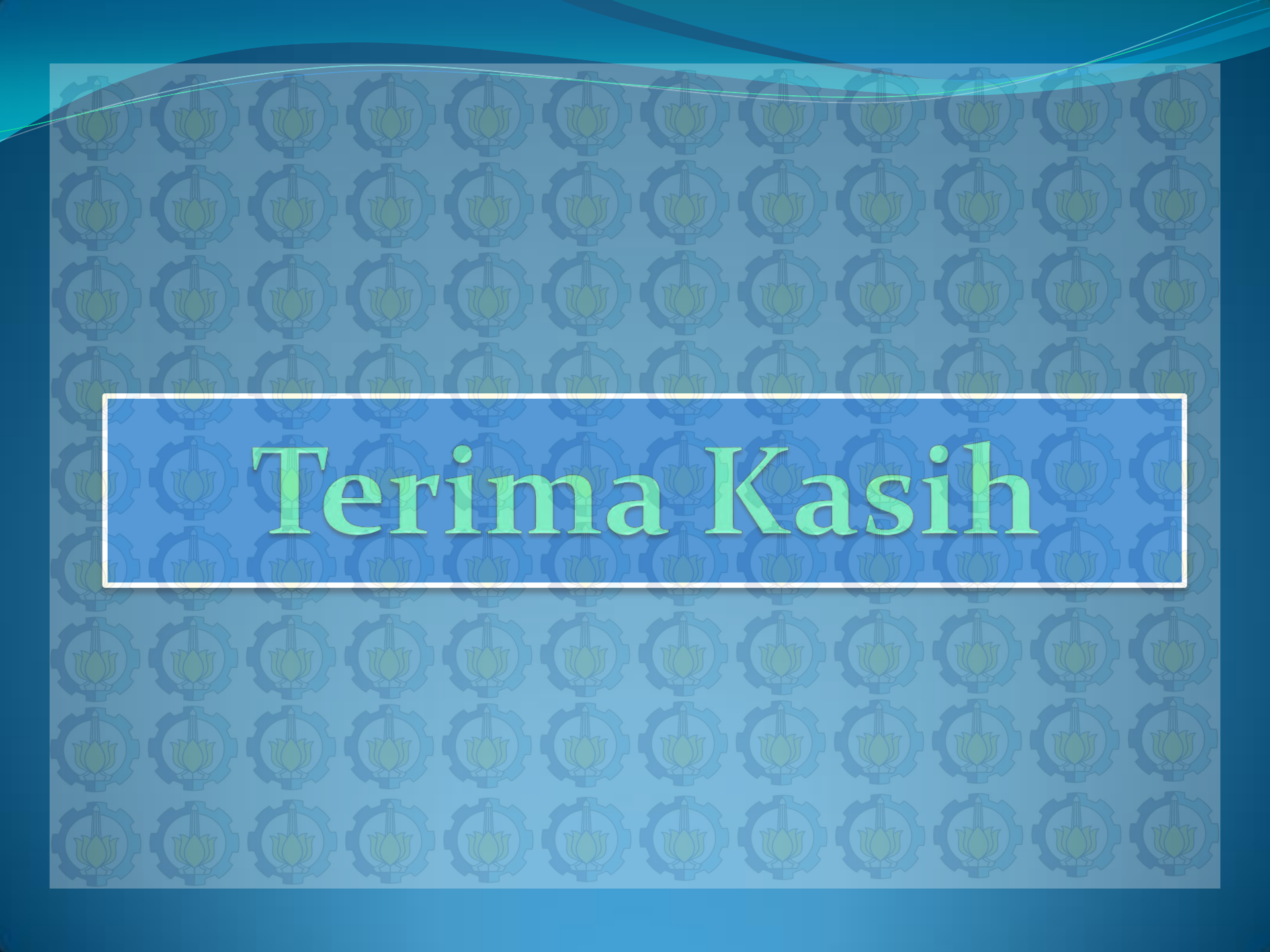


Gambar Gabungan Truck dan MWT







The background of the slide features a repeating pattern of blue gears and lotus flowers. The gears are arranged in a grid, and the lotus flowers are positioned within the spaces between the gears. The overall color scheme is blue, with the text in a contrasting green color.

Terima Kasih