

# DESAIN PERALATAN MASAK DARURAT UNTUK KORBAN BENCANA BANJIR DI JAKARTA

Nama Mahasiswa : Daffi Ranandi

Nama Pembimbing : Dr. Agus Sachari, M.Sn

Program Studi Sarjana Desain Produk, Fakultas Seni Rupa dan Desain (FSRD) ITB

Email: powersupply2008@yahoo.com

**Kata Kunci** : air bersih, banjir, distilasi, peralatan masak darurat

## Abstrak

Banjir telah menjadi bencana yang sangat umum di Indonesia. Saat terjadi banjir, banyak terjadi kesulitan sumber air bersih untuk minum dan memasak. Berdasarkan permasalahan tersebut, diadakanlah penelitian mengenai teknik teknik menghasilkan air bersih dari bahan baku air banjir. Hasil penelitian tersebut diwujudkan dalam desain sebuah peralatan masak berupa panci distilasi. Panci distilasi memaksimalkan teknik distilasi air yang dilengkapi dengan sistem filter untuk menghasilkan air bersih dari bahan baku air kotor. Prinsip kerja Panci Distilasi ini serupa dengan alat masak bertekanan yang digabungkan dengan mesin pembuat espresso yang dimodifikasi.

## Abstract

*Flood is a very common disaster in Indonesia. At the event of floods, a problem arise in form of insufficient supply of clean water for drinking and cooking. Based on the issues, a research is held to study techniques to produce clean water from flood's dirty water. The result of this research take form on a Distillation Pot design, a cookware with ability to maximize distillation technique, aided with filtration system, to produce a clean and drinkable water from flood's dirty water. Distillation Pot working principle is basically a modified pressure cooker combined with espresso maker.*

## Pendahuluan

Jakarta adalah daerah yang sangat rawan banjir, dan hal ini telah diketahui dari berabad abad yang lalu. Keakraban kota Jakarta dengan banjir mungkin dikarenakan kondisi geografis kota Jakarta, di mana luas perairan di Jakarta (6.877 Km<sup>2</sup>) melebihi sepuluh kali luas daratannya (661 Km<sup>2</sup>). Sedangkan 40% dari luas daratan tersebut merupakan daratan rendah yang terletak di bawah permukaan laut pasang. Dalam penanganan banjir di Jakarta, terdapat tahap tahap yang terdiri atas tahap peringatan, tahap evakuasi, tahap inkubasi, dan tahap pertolongan. Fokus pada penelitian ini terletak pada tahap inkubasi, yakni tahap di mana pengungsi telah berhasil di-evakuasi ke area pengungsian bencana, namun pertolongan dari pemerintah pusat dan daerah belum turun ke lapangan. Dalam kondisi ini, terdapat banyak permasalahan, seperti kekurangan air bersih untuk minum dan memasak makanan (Brinkman, 2010).

Kajian terfokus pada area sekitar Sungai Ciliwung, jenis jenis air bersih dan cara memperolehnya, skenario penanganan banjir, dan faktor faktor lain yang mempengaruhi penggunaan alat masak darurat di daerah bencana banjir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengumpulkan data data terkait banjir dan penanganannya di Jakarta, mengidentifikasi peran desain dalam penanganan kebutuhan air bersih, serta mencari peluang untuk meningkatkan kualitas air minum yang dikonsumsi oleh para pengungsi bencana banjir.

## Proses Studi Kreatif

Berdasarkan masalah yang ada, diasumsikan bahwa diperlukan adanya sebuah produk yang berupa peralatan masak darurat untuk korban bencana banjir. Utamanya, produk ini harus sesuai dengan skenario pertolongan korban bencana banjir di Indonesia. Lalu, peralatan masak ini harus dapat menghasilkan air bersih sendiri, dan segera dimanfaatkan untuk membuat makanan. Peralatan ini juga harus mudah digunakan, menggunakan material yang tahan lama, dan tidak memerlukan *maintenance* yang rumit. Selain itu, produk ini harus memiliki desain ergonomi yang baik, ringan, kuat, memudahkan dalam proses *shipping*, serta tidak memakan banyak tempat saat disimpan.

Tidak semua air bersih adalah air layak minum. Air layak minum adalah air bersih yang memiliki kriteria TDS (*Total Dissolved Solid*) atau kandungan unsur mineral dalam air di bawah 100 ppm (partikel per molekul). Dilihat dari jumlah TDS-nya, air terbagi menjadi empat jenis :

1. Air kotor, dengan TDS > 100 ppm
2. Air minum, dengan TDS 10 – 100 ppm
3. Air organik, dengan TDS 1 – 10 ppm
4. Air murni / akuades, dengan TDS 0 ppm

Berdasarkan jumlah ppm-nya dan lampiran syarat kesehatan air untuk dikonsumsi, diasumsikan bahwa jenis air terbaik untuk diminum adalah air murni akuades dengan TDS 0 ppm. Maka dari itu, penelitian dilanjutkan dengan memfokuskan teknik untuk memproduksi air murni akuades dengan TDS 0 ppm.

Ada beraneka ragam teknik yang digunakan untuk menghasilkan air yang dinilai bersih dan layak minum. Teknik teknik tersebut, di antaranya adalah filtrasi dan distilasi.

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas). Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Air yang dihasilkan oleh distilasi adalah seratus persen air murni akuades, dengan TDS 0 ppm, sehingga merupakan teknik yang sangat ideal untuk mencapai hasil yang optimal.

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Disesuaikan dengan kebutuhan sebagai filter darurat, teknologi filtrasi yang akan digunakan adalah dual media filter, karena tingkat ketelitian yang relatif tinggi, mudah dibuat dan diganti, serta harga yang relatif murah. Filter yang digunakan dalam dual media filter ini terdiri atas filter HEPA dan filter karbon aktif.

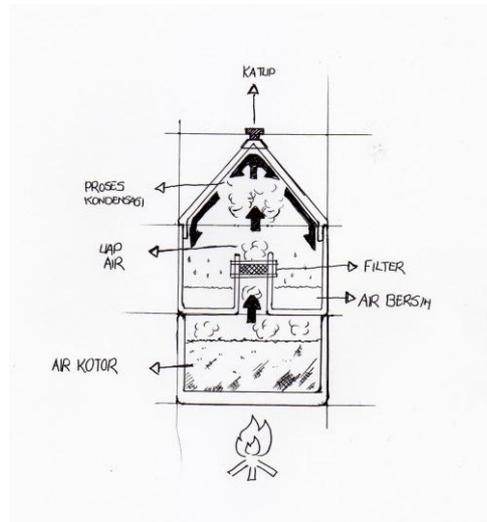
Filter HEPA (*High Efficiency Particulate Arresting*) adalah filter gas yang dapat menyaring 99.3 % partikel yang berukuran lebih besar dari 0.3 mikrometer di dalam udara. Filter HEPA terbuat dari lapisan lapisan fiber sangat tipis yang memiliki pori pori bervariasi dari 0.5 mikrometer hingga 2 mikrometer. Lapisan lapisan fiber ini disusun bertumpuk dengan jarak tidak lebih dari 0.3 mikrometer satu sama lain. Kerapatan lapisan lapisan fiber ini membuat partikel partikel udara dapat masuk dan menembus filter HEPA, namun partikel partikel yang terbawa oleh udara tersebut tersaring oleh lapisan fiber. Filter HEPA mampu menyaring dengan baik partikel partikel berukuran di atas 0.3 mikrometer. Namun untuk menyaring partikel berukuran di bawah 0.3 mikrometer, diperlukan bantuan dari filter jenis lain, yakni filter karbon aktif. Filter karbon aktif adalah filter sederhana yang lebih sering bekerja sebagai filter support atau filter penolong (Whitt, 2010).

Filter karbon aktif, seperti namanya, menggunakan material karbon aktif sebagai sarana filtrasinya. Kelebihan material karbon aktif ini, adalah merupakan sebuah zat yang sangat tidak stabil dan sangat mudah bereaksi dengan partikel partikel zat lain, sekecil apapun itu. Konsep dasar sistem kerja filter karbon aktif ini, adalah untuk menyerap partikel partikel sangat kecil yang terbawa oleh udara, bereaksi dengan partikel tersebut, dan membentuk partikel baru dengan ukuran yang lebih besar, yang kemudian dapat disaring lebih mudah oleh Filter HEPA.

Berdasarkan data – data di atas, dibuatlah beberapa kriteria desain sebagai pemecah masalah kebutuhan bagi korban bencana alam banjir, yakni :

1. Produk dibuat untuk memecahkan masalah kebutuhan air bersih bagi korban bencana banjir;
2. Produk dibuat untuk digunakan di posko bencana alam, dan digunakan pada fase inkubasi akhir sebelum pertolongan datang;
3. Air bersih yang dihasilkan oleh produk, sebisa mungkin mengejar air bersih dengan TDS 0 ppm, atau air murni akuades;
4. Proses menghasilkan air murni akuades utamanya menggunakan teknik distilasi, yang dibantu dengan teknik filtrasi;

Berdasarkan hasil analisa terhadap data yang telah dikumpulkan, muncul sebuah gagasan untuk membuat produk dengan konsep desain sebuah panci yang dapat menghasilkan air murni layak minum dari bahan baku air kotor. Selain menghasilkan air murni, produk ini harus dibuat agar air murni yang dihasilkan dapat langsung digunakan untuk memasak makanan yang memiliki standar gizi dapur umum.



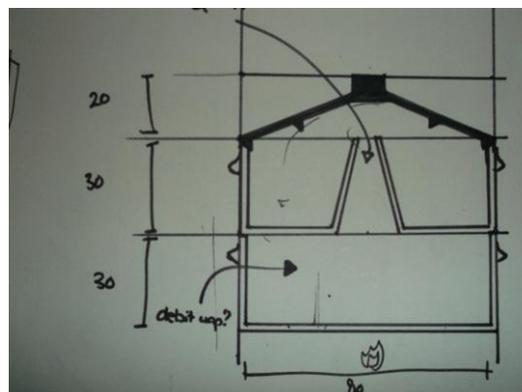
**Gambar 1.** Sketsa Teknis Dasar Panci Distilasi.

Secara teknis, produk ini menggunakan teknik dasar distilasi untuk menghasilkan air murni, dan dibantu dengan teknik filtrasi sebagai penyaring kedua untuk memisahkan sisa zat-zat yang tidak diinginkan. Gambaran dasar teknis panci ini dijelaskan pada gambar 1.

Produk berupa panci yang memiliki dua dasar, di mana pada dasar pertama ditampung air kotor dan pada dasar kedua ditaruh bahan masakan yang ingin dimasak. Pada panci kedua, dibuat sebuah saluran uap yang mengarah langsung ke permukaan tutup panci. Saat panci dipanaskan dan air kotor di dasar panci pertama mendidih, akan dihasilkan uap yang bersih dan murni yang kemudian akan mengalir melalui saluran uap. Di dalam saluran uap, uap air murni ini akan difiltrasi lagi untuk menyaring sisa-sisa zat yang tidak diinginkan. Kemudian, uap yang keluar dari saluran uap akan membentur langit-langit tutup panci dan mengalami pendinginan. Hasil pendinginan tersebut adalah air murni yang ditampung di panci kedua. Di panci kedua, air yang tertampung akan digunakan langsung untuk merebus bahan masakan yang telah disiapkan. Bila tidak ada bahan masakan yang disiapkan, maka di panci kedua akan tertampung air murni yang dapat dijadikan sumber air minum bagi korban bencana.

### Hasil Studi dan Pembahasan

Pada awalnya, desain dibuat berbentuk tabung, namun kemudian diubah menjadi bentuk kerucut terpancung karena desain dengan bentuk tabung menyulitkan penumpukan produk satu sama lain. Panci Distilasi ini dibagi menjadi tiga komponen utama, yakni Panci Dasar Pertama sebagai tempat menampung air kotor, Panci Dasar Kedua sebagai tempat menampung air bersih hasil distilasi dan bahan masakan, serta Tutup Panci sebagai tempat terjadinya proses pengembunan. Sketsa awal desain peralatan masak darurat ini dapat dilihat di Gambar 2.



**Gambar 2.** Sketsa Awal

Pada panci dasar pertama, atau panci yang terletak paling bawah dan terkena langsung dengan api, akan terjadi proses penguapan air kotor menjadi uap air bersih. Hasil uap bersih tersebut akan dialirkan ke panci kedua, sedangkan sisa zat padat yang terdapat di dalam air kotor akan mengendap di dasar panci pertama. Untuk mengoptimalkan proses penguapan, pada dasarnya dapat dilakukan beberapa cara. Salah satu cara adalah dengan mempertinggi jumlah kalor yang diterima oleh zat cair. Hal ini dibuktikan oleh hukum perubahan wujud zat yang menyatakan bahwa untuk mengubah sekian jumlah massa suatu zat, dibutuhkan kalor dengan jumlah yang sebanding. Perbandingan jumlah kalor terhadap massa zat yang berubah disebut konstanta perubahan wujud zat.

Untuk memperoleh kalor yang lebih besar, perlu diketahui bahwa perpindahan panas yang terjadi pada Panci Dasar Pertama adalah perpindahan panas secara Konduksi. Perpindahan panas secara Konduksi adalah perpindahan panas dari suatu media padat dan diam (panci) ke media yang bergerak (air). Rumus dasar untuk menghitung kalor pada perpindahan panas konduksi didasarkan pada Hukum Fourier yang berbunyi “Laju perpindahan panas konduksi pada suatu plat sebanding dengan beda temperatur diantara dua sisi plat dan luas permukaan perpindahan panas, tetapi berbanding terbalik dengan tebal plat”. Dari hukum tersebut, dapat ditangkap bahwa untuk meningkatkan laju perpindahan panas, diperlukan luas permukaan sentuh antara panci dan air yang lebih besar. Maka dari itu, panci dasar pertama yang semula dibuat berbentuk tabung diubah menjadi berbentuk kerucut terpancung, untuk memperluas bidang sentuh antara panci dan air (Sulistyo, 2002).

Panci Dasar Kedua dibuat dengan corong di tengahnya yang merupakan jalan masuk uap air murni. Di dalam corong ini, terdapat filter yang berfungsi memisahkan partikel partikel tak diinginkan dari uap air murni, seperti partikel bau dan kuman yang terbawa oleh uap air. Filter yang digunakan berupa filter bau yang terbuat dari gabungan filter HEPA dan filter karbon aktif. Pada ujung corong, dibuat lubang lubang untuk mengalirnya uap. Lubang lubang tersebut dibuat dengan diameter 0.2 milimeter untuk meningkatkan kecepatan mengalirnya uap.

Tutup peralatan masak ini didesain untuk mempercepat proses kondensasi (pengembunan). Untuk mempercepat proses pengembunan pun terdapat beberapa cara, dan salah satunya adalah dengan memperluas bidang permukaan dingin yang disentuh oleh uap air. Maka dari itu, tutup panci produk ini didesain memiliki teras teras yang berfungsi selain untuk memperluas permukaan sentuh uap, juga sebagai jalan mengalirnya air ke Panci Kedua.

Berdasarkan perhitungan teknis dan sketsa sketsa yang telah dibuat, maka dilakukanlah eksperimen eksperimen untuk mematangkan desain dan untuk membuktikan bahwa desain ini dapat bekerja dengan baik. Eksperimen yang dilakukan meliputi eksperimen untuk menghasilkan air murni dengan sistem kerja sederhana (Gambar 4), serta eksperimen untuk menanak nasi menggunakan mock-up engineering dari sistem alat masak yang telah didesain (Gambar 5).



**Gambar 4.** Eksperimen Teknis Pertama. Dengan menumpuk kukusan bolu di atas pemanas air dan ditutup dengan tutup panci, dihasilkan sistem sederhana yang serupa dengan konsep dasar desain. Air kotor yang dipanaskan di dalam pemanas air menguap dan mengembun di dalam kukusan bolu, membuktikan proses penghasilan air bersih dapat terjadi.



**Gambar 5.** Eksperimen Teknis Kedua. Kukusan bolu diisi beras dan ditumpuk di atas panci berisi air kotor. Kukusan bolu ditutup dengan tutup panci, kemudian sistem ini dipanaskan. Hasil eksperimen membuktikan bahwa uap dari air kotor yang tertampung di dalam kukusan bolu dapat digunakan untuk menanak nasi hingga matang.

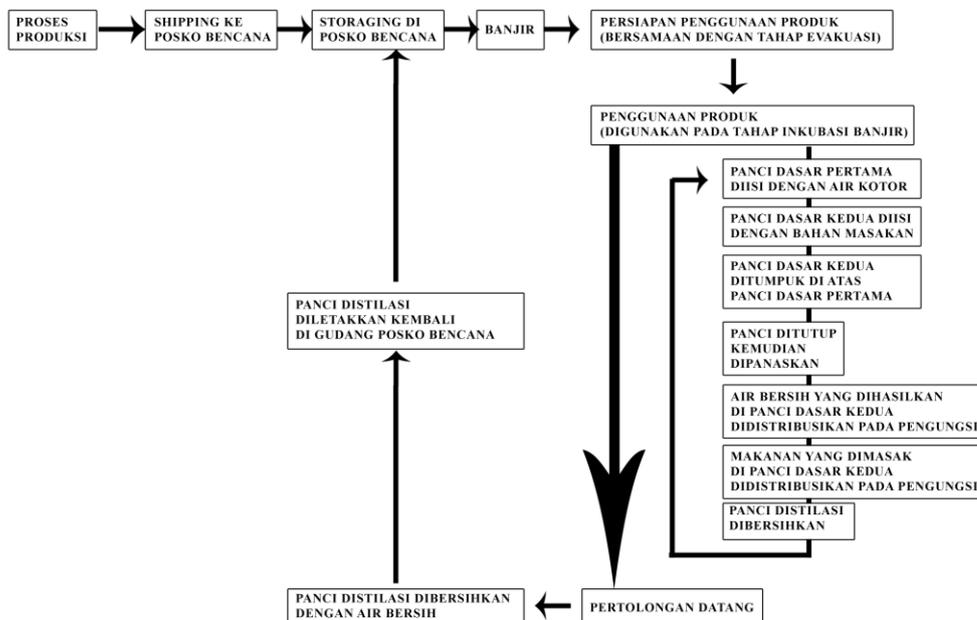
Studi model diadakan untuk melihat bentuk produk berdasarkan sketsa awal dalam bentuk tiga dimensi. Studi model awal yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6 . Dapat dilihat bahwa dengan bentuk dasar tabung, ditemukan kesulitan dalam proses penumpukan. Maka dari itu diputuskan untuk membuat produk dengan bentuk dasar kerucut terpancung. Berdasarkan studi dan data data yang telah diperoleh, dihasilkan sebuah desain akhir panci distilasi untuk korban bencana banjir, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7. Skenario penggunaan produk dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Studi Model



Gambar 7. Desain dan Model Akhir Produk



Gambar 8. Diagram Skenario Penggunaan Produk

## Penutup

Sistem Mitigasi bencana di Jakarta memang sudah cukup baik, namun kadang masih terdapat kesulitan karena lamanya bantuan datang pada tahap inkubasi akhir. Pada tahap inkubasi akhir inilah terjadi kesulitan ketersediaan air bersih untuk minum dan memasak makanan. Berdasarkan pada masalah tersebut, didesainlah seperangkat peralatan masak darurat untuk korban bencana banjir.

Peralatan masak darurat tersebut terdiri atas satu set Panci Distilasi. Panci Distilasi merupakan produk untuk menghasilkan air bersih dari air kotor dengan menggunakan prinsip dasar distilasi, dan juga untuk memasak makanan tanpa menggunakan air bersih. Prinsip kerja produk ini, adalah dengan menguapkan air kotor yang ada di sekitar area pengungsian, kemudian mengumpulkan uap tersebut di dalam sebuah sistem agar uap tersebut dapat didinginkan dan menjadi air murni yang dapat digunakan untuk minum atau memasak makanan. Untuk menjaga kebersihan uap, digunakan filter untuk menyaring uap tersebut agar menghasilkan uap air yang murni dan bersih.

## Pembimbing

Artikel ini merupakan laporan perancangan Tugas Akhir Program Studi Sarjana Desain Produk FSRD ITB. Pengerjaan tugas akhir ini disupervisi oleh pembimbing Dr. Agus Sachari, M.Sn.

## Daftar Pustaka

- Brinkman, JanJaap Hartman, Marco. 2010. *Jakarta Flood Hazard Mapping Framework*. Jakarta.
- Eryando, Tris. 2008. *Mitigasi Bencana Banjir di Wilayah DKI Jakarta Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Jakarta. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol. 2 No. 2, Desember 2008 (117 – 123). *Pengaruh Massa Air Baku terhadap Performansi Sistem Distilasi*. IGNB. Catrawedarma.
- Mark Caljouw, Peter J.M. Nas, Pratiwo. 2004. *Flooding in Jakarta*. Jakarta.
- Sakethi, Mirah. 2010. *Mengapa Jakarta Banjir*. Jakarta : PT Mirah Sakethi.
- Sulistyo. 2002. *Penerapan Hukum Fourier untuk Menentukan Konduktivitas Zat*. Semarang : Penerbit Univeritas Diponegoro.
- Whitt, Suzy. 2010. *Air Filtration and the Use of HEPA Filters*. USA : Nuair.