

RANCANG BANGUN PROTOTYPE ALAT PENYULING AIR LAUT MENJADI GARAM DAN AIR BERSIH YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE RASIONAL

Damar Sancoko, Ratih Setyaningrum, Jazuli

Program Studi Teknik Industry

Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang

damarsancoko@gmail.com

INTISARI

Kebutuhan garam nasional sekitar 1,839 juta ton per tahun terdiri atas garam konsumsi 855.000 ton dan garam industri 984.000 ton. Kebutuhan garam untuk industri sudah menempati urutan teratas yaitu 76%. Kebutuhan garam konsumsi untuk makanan merupakan 72%. Kabupaten Rembang sebagai penghasil garam terbesar di Jawa dapat menghasilkan garam industri 60-600 ton/bulan dan garam konsumsi 21-120 ton/bulan dan setiap tahunnya Kabupaten Rembang terlanda kekeringan di pesisir laut sebanyak 41 desa yang tersebar di kecamatan Kabupaten Rembang. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi untuk mengurangi ketergantungan proses pengolahan garam dengan energi panas matahari dan mengatasi krisis air bersih maka di buat alat pengering dan penyuling air laut. Dimensi alat rancangan untuk pekerja dengan tinggi 140 cm, panjang 81 cm dan lebar alat 40 cm. Alat pengering dan penyuling air laut ini dirancang menggunakan metode rasional, metode rasional ini memiliki 7 tahapan, dari 7 tahapan mendapatkan 16 alternatif dan alternatif yang terpilih yaitu alternatif ke-13. Dari perhitungan menggunakan metode rasional alternatif yang dipilih untuk material produk ialah kerangka besi, dandang stainless, kondensor besi, pendingin kondensor plastik dan penampung air plastik. Hasil percobaan pengeringan dan penyulingan air laut menjadi garam dengan data air bersih sebanyak 30 sampel per 15 menit, menunjukkan skala Ph dan TDS (*Total Dissolved Solid*). Kadar pH air dari sampel awal 9,3 sampai sampel ke-30 yaitu 8,6 dengan batasan pH air bersih 9 dan kadar TDS sample awal 195 ppm sampai sample ke-30 yaitu 45 ppm dengan batasan maksimum 1000 ppm untuk air bersih.

Kata kunci : perancangan anthropometri, metode rasional, dimensi alat dan pengujian air.

ABSTRACT

The needs of national salt is about 1.839 million tons per year which is consisting of salt consumption about 855,000 tons and industrial salt about 984 000 ton. The needs of salt for industry has reached the top of rank about 76%. Salt needs for food consumption is 72%. Rembang as the biggest salt producer on Java Island can produce salt industry until 60-600 tons/ month and salt for consumption about 21-120 tons/ month and every year Rembang district devastated by drought in the coastal sea as many as 41 villages in the district in Rembang. Based on the problems to reduce dependence on the processing of salt by solar

thermal energy and overcome the water crisis then the writer made sea water's dryers and distiller. Dimensions tool designed for workers with 140 cm high, 81 cm long and 40 cm wide appliance. Dryers and sea water distiller is designed using rational method. The rational method has 7 stages include clarifying objectives, from 7 step get 16 alternative and alternative that elected is alternative-13. From rational alternative calculation method has chosen for the product material that is metal frame, boiler steel, iron condensers, condenser cooling water reservoir plastic and plastic. Results of the experiment is drying and distilling seawater into salt water with the data as much as 30 samples per 15 minutes which shows scale of pH and TDS (*Total Dissolved Solid*). pH level of water from the initial sample is 9.3 to sample-30 is 8.6 with the limitation of water pH is 9 and levels of TDS from initial sample is 195 ppm to sample-30 is 45 ppm with a maximum limit of 1000 ppm for clean water.

Keywords: design anthropometry, rational method, the dimensions of the test apparatus and distilled water.

PENDAHULUAN

Kebutuhan garam nasional sekitar 1,839 juta ton per tahun terdiri atas garam konsumsi 855.000 ton dan garam industri 984.000 ton. Kebutuhan garam untuk industri sudah menempati urutan teratas yaitu 76%, diikuti untuk kebutuhan industri pengeboran minyak (15%) dan jenis industri lain seperti kulit, kosmetik, sabun, danes (9%). Kebutuhan garam konsumsi untuk makanan merupakan 72% sedangkan sisanya dibutuhkan untuk bahan penolong dalam industri makanan. Konsumsi garam per kapita adalah 3 kg per tahun per orang (Kompas, 2012). Kabupaten Rembang dapat menghasilkan garam industri 60-600 ton/bulan dan garam konsumsi 21-120 ton/bulan (Olah data kuesioner). Saat musim kemarau di daerah pesisir laut masih dilanda dengan kasus kekeringan air bersih 41 desa tersebar di sejumlah kecamatan di Kabupaten Rembang. Memproduksi garam dengan sistem tradisional sangat tidak efektif waktu dan selalu banyak kendalanya yaitu cuaca karena masih menggunakan tenaga panas

matahari. Contoh kendala yang menghambat produksi garam dalam negeri disebabkan oleh cuaca yang tidak menentu tiba-tiba hujan dan terkadang tambak garam jebol terkena terjangan gelombang pasang dari laut.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini terletak di kota Rembang, Jawa Tengah, yaitu sebuah petani garam. Langkah-langkah metodologi penelitian yang dilakukan pada gambar 3.1 yaitu adalah studi pendahuluan dari hasil survei awal lapangan, identifikasi permasalahan yang menjadi fokus kajian, penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data dari riset pustaka (studi kepustakaan) dan riset lapangan (observasi, kuisisioner dan wawancara), pengolahan data yaitu data kuantitatif dan hasil pengukuran anthropometri. Langkah selanjutnya dilakukan analisis perancangan alat bantu dengan metode rasional, kemudian dilakukan analisis hasil, pembuatan alat

penyulingan air laut dan menguji alat dilapangan. Bagian akhir penelitian ini adalah kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuisisioner penentuan produk digunakan untuk pembobotan perhitungan alternatif.

Tabel 4.2 Hasil Kuisisioner Penentuan Produk

Kriteria	A	B	C	D	E	jumlah	rata-rata
1	4	4	4	3	4	19	3.80
2	4	4	5	4	4	21	4.20
3	5	5	5	5	4	24	4.80
4	4	4	4	4	4	20	4.00
5	5	5	4	4	4	22	4.40

Sumber : Olah data

Analisis Perancangan

Pada tahap *clarifying objectives*, metode yang digunakan adalah *objectives tree*, bertujuan untuk menjelaskan tujuan dan sub tujuan dari perancangan dan hubungan diantara keduanya yaitu efektif, efisien, nyaman, aman, ergonomi.

Pada tahap *establishing function* ini, metode yang digunakan adalah *function analysis* (analisis fungsi), hal ini bertujuan menentukan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dan batasan sistem dari perancangan alat pengering dan penyuling air laut.

Pada tahap *setting requirements* ini, metode yang digunakan adalah *performance specification* (spesifikasi performansi), hal ini bertujuan untuk membuat spesifikasi yang akurat dari kebutuhan pelaksana suatu solusi perancangan alat pengering dan penyuling air laut.

Table 4.7 Performance Specification

No	TUJUAN	KRITERIA
1	Mempercepat pengeringan air laut/penguapan	Konstruksi alat kuat dan produktif
2	Data anthropometri	Ukuran tinggi dan lebar alat sesuai anthropometri petani garam atau pekerja.
3	Aman melindungi pemakai	Bagian mesin yang aman untuk pekerja dan kinerja mesin
4	Biaya produksi rendah dan harga terjangkau	Konstruksi dan material yang digunakan terjangkau
5	Kenyamanan	Mudah dalam menggunakan alat atau mengoperasikan alat pengering dan penyuling air laut

Sumber : Data yang diolah

Pada tahap *determining characteristics* ini menggunakan metode analisis ergonomi dan analisis teknik. Pada penelitian ini, terhadap *determining characteristics* menggunakan perhitungan anthropometri sehingga perancangan alat menyesuaikan dengan tubuh pengguna untuk mendapatkan kenyamanan dalam bekerja dan keamanan pekerja dengan alat rancangan sehingga alat rancangan tersebut tidak sesuai dengan keinginan konsumen, hanya data antropometri yang digunakan untuk merancang alat. Dan penelitian yang dilakukan berupa perancangan yang lebih difokuskan pada karakteristik, yaitu perancangan alat pengering dan penyuling air laut untuk meningkatkan produksi garam dan dapat menyuplai air bersih, keinginan pengguna tetap dipertimbangkan tetapi hanya dalam hal penentuan kriteria

pembobotan dan alternatif yang digunakan dalam perancangan saja.

Analisis ergonomi dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang akan digunakan dalam perancangan alat pengering dan penyuling air laut. Nilai kelonggaran dibutuhkan untuk memberikan kelonggaran terhadap rancangan yang dibuat. Nilai kelonggaran dapat berupa penambahan atau pengurangan dari ukuran sebenarnya berdasarkan dari hasil perhitungan nilai persentil serta dimensi anthropometri yang digunakan.

Tinggi produk yang dirancang disesuaikan dengan dimensi antropometri tinggi bahu berdiri (TBB) dengan nilai persentil 5%. Tujuan pemilihan dimensi TBB dengan persentil 5% adalah agar pengguna yang mempunyai dimensi TBB pendek atau pendek dapat menggunakan alat pengering dan penyuling air laut dengan nyaman. Berdasarkan data analisis ergonomi di peroleh tinggi alat pengering dan penyuling air laut yang dirancang 105,48cm, di bulatkan 105 cm tanpa ada kelonggaran.

Lebar penampung yang dirancang disesuaikan dengan dimensi anthropometri jangkauan tangan (JT) dengan persentil 50%. Tujuan pemilihan dimensi JT dengan persentil 50% adalah agar pengguna yang memiliki jangkauan tangan lebih pendek atau lebih panjang dapat menggunakan alat lebih nyaman. Berdasarkan hasil analisis ergonomi yang dirancang adalah 80,563 cm, di bulatkan menjadi 81 cm.

Panjang produk yang rancang sesuai dengan anthropometri rentangan tangan

(RT) dengan nilai persentil 50%. Tujuan pemilihan dimensi RT dengan persentil 50% adalah agar pengguna yang memiliki dimensi rentangan tangan yang menggunakan alat pengering dan penyuling air laut dengan nyaman. Berdasarkan hasil analisis ergonomi diperoleh lebar alat 80,78 cm, dibulatkan menjadi 80 cm.

Pada tahap *generating alternatives* ini, metode yang digunakan adalah *morphology chart* (peta morfologi), bertujuan untuk membangkitkan *range* lengkap dari solusi-solusi perancangan alternative dan memperluas pencarian terhadap solusi baru yang potensial.

Tabel 4.9 Morphology Chart

Atribut	Alternatif		
	1	2	3
Kerangka	stainless	aluminium	besi
Dandang	stainless	aluminium	
Kondensor	besi	stainless	aluminium
Pendingin kondensor	plastik	fiber	
Penampung air	plastik	fiber	

Sumber : Olah data

Berdasarkan tabel 4.9 di atas diperoleh kombinasi alternative sebanyak $3 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 = 72$ alternatif.

Pada tahap *evaluating alternatives* ini metode yang digunakan adalah metode *weighted objectives* yang berisi penjelasan yang berisi penjelasan mengenai perbandingan nilai guna alternative usulan perancangan alat pengering dan penyuling air laut.

Tabel 4.10 Screening Morphology Chart

Atribut	Alternatif	
	1	2
Kerangka	stainless	besi
Dandang	stainless	
Kondensor	besi	aluminium
Pendingin kondensor	plastik	fiber
Penampung air	plastik	fiber

Sumber : Olah data

Setelah tahap eliminasi diatas, maka kombinasi alternative yang terbentuk untuk kemudian dilanjutkan analisis *weighted objective* adalah $2 \times 1 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ alternatif. Pemberian nilai bobot dalam hal ini didasarkan pada nilai rata-rata hasil preferentif responden terhadap masing-masing kriteria pada kuisioner penelitian.

Tabel 4.12 Pembobotan Obyektif Untuk Setiap Kriteria

No	Rata-rata	Ranking	Nilai	Bobot
1	3.80	5	1	0.067
2	4.20	3	3	0.200
3	4.80	1	5	0.333
4	4.00	4	2	0.133
5	4.40	2	4	0.267
Total		15	15	1

Sumber : Olah data

Penilaian salah satu alternatif diantara 16 alternatif usulan alat pengering dan penyuling air laut akan dilakukan penilaian terhadap masing-masing kriteria dalam *Weighted Objectives Evaluation Chart*. Nilai yang di peroleh untuk masing-masing kriteria merupakan hasil perkalian antara nilai bobot dan nilai skor. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala 5 titik (*five-point scale*) yaitu dari skala 0 sampai 4.

Pemberian nilai skor yang tinggi yaitu skala 4 yang berarti alternative yang ada telah memenuhi spesifikasi performansinya, tetapi jika skor yang diberikan di bawah skala 4 maka alternative tersebut belum memenuhi spesifikasi performansinya.

Penentuan skor untuk berbagai criteria dalam *Weighted Objectives Evaluation* adalah

Kriteria 1: Kontruksi mesin kuat dan produktif.

Atribut yang mempengaruhi konstruksi mesin kuat dan produktif adalah kondensor berbentuk spiral, lubang di bawah dandang dan rangka rangka alat.

Kriteria 2 : ukuran tinggi dan lebar alat sesuai dengan anthropometri pekerja.

Semua alternative diberi skor 4, hal ini dikarenakan semua alternative alat pengering dan penyuling air laut disesuaikan dengan data anthropometri, sehingga criteria ukuran tinggi dan lebar mesin sesuai dengan anthropometri pekerja yang sudah di spesifikasikan dalam *performance specification* dapat dipenuhi dengan baik dari ke-16 alternatif.

Kriteria 3 : bagian mesin yang aman untuk pekerja dan kinerja mesin atribut yang mempengaruhi bagian mesin yang aman untuk pekerja dan kinerja mesin adalah pendingin kondensor dan penampung air hasil sulingan.

Kriteria 4 : kntruksi dan material yang digunakan terjangkau.

Atribut yang mempengaruhi konstruksi dan material yang digunakan terjangkau adalah Stainless, Besi, Aluminium, Fiber dan Plastik.

Kriteria 5 : mudah dalam menggunakan dan mengoperasikan alat.

Semua alternative diberi skor 4, hal ini dikarenakan semua alternative alat pengering dan penyuling air laut memiliki faktor kemudahan yang relative sama, sehingga kriteria mudah menggunakan atau mengoprasikan yang telah di spesifikasikan dalam *performance specificasion* dapat dipenuhi dengan baik dari ke-16 alternatif. Berdasarkan hasil penilaian alternative pengusulan alat pengering dan penyuling air laut, hasil perhitungan bobot dan skor yang tertinggi adalah alternative 13 yaitu sebesar 80,46.

Tabel 4.24 Alternatif yang dipilih

Atribut	Keterangan
Kerangka	besi
Dandang	stainless
Kondensor	besi
Pendingin kondensor	plastik
Penampung air	plastik

Sumber : Olah data

Tahap improving details merupakan tahapan terakhir dari perancangan ini, pada tahap ini menggunakan metode perbandingan antara sistem terdahulu dengan system hasil rancangan, yaitu hasil perbandingan sistem pengeringan air laut menjadi garam menggunakan cara tradisional yaitu alat pengering dan penyuling air laut hasil rancangan.

Data Hasil Percobaan Alat

Pada percobaan alat pengering dan penyuling air laut mendapatkan 30 sampel pH dan TDS.

Batas kadar pH aman yang terkandung dalam air bersih 6,5-8,5 dimana persyaratan KEPMENKES 907/2002 dan standar TDS (*Total dissolved solid*) dalam kadar maksimum menurut KEPMENKES

907/2002 yaitu sebesar 1000 ppm (Muhammad Desiandi, 2009).

Hasil percobaan pengeringan dan penyulingan air laut menjadi garam dengan data air bersih sebanyak 30 sampel per 15 manit, menunjukkan skala Ph. Kadar pH air dari percobaan pertama 9,3 sampai ke-10 adalah 9,1 jadi hasil yang masih keluar dari batas atas 33,3% dari 30 sample. Sampai sampel ke-30 yaitu 8,6 dengan batasan pH air bersih 9. Pada percobaan sampel pertama sampai sampel ke-10 kadar pH masih di atas ambang standar air bersih. Diakibatkan filtrasi RO ke 2 komponen filtrasinya belum terpasang sempurna oleh sebab itu penyaringan kurang sempurna mengakibatkan kadar pH diatas batas standar (Muhammad Desiandi, 2009).

Hasil pengujian air sulingan kadar TDS pada sample awal 195 ppm sampai sample ke-30 yaitu 45 ppm dengan batasan maksimum 1000 ppm untuk air bersih dan hasil yang keluar dari batasan atas 0% jadi dari 30 sampel data air sulingan yang masih di dalam batas aman 100%. Kadar TDS akan menjadi stabil atau rendah disebabkan pemanasan air laut semakin lama membuat zat padat menjadi larut, dikarenakan TDS (*Total Dissolved Solid*) diasanya terdiri dari zat organik, garam organik dan gas terlarut (Muhammad Desiandi, 2009).

Dari pengujian sampel yang telah dilakukan dapat disimpulkan air laut yang telah diproses dengan alat penelitian ini, air laut belum bisa digunakan untuk konsumsi namun air laut dapat digunakan untuk kebutuhan air bersih.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan alat pengering dan penyuling air laut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan alat pengering dan penyuling air laut menggunakan metode rasional disesuaikan dengan anthropometri petani garam.
2. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode rasional menghasilkan 16 alternatif, hasil perhitungan dalam alternative-alternative tersebut diambil hasil perhitungan alternative yang tertinggi yaitu sebesar 3.1486. Berikut ini adalah alternative perancangan alat pengering dan penyuling air laut yang akan dibuat dari kerangka besi memiliki nilai 14,06 , dandang stainless memiliki nilai 16,8 , kondensor besi memiliki nilai 19,2, bak pendingin kondensor plastik memiliki nilai 12,8 dan penampung air plastik memiliki nilai 17,6.
3. Hasil percobaan pengeringan dan penyulingan air laut menjadi garam dengan data air bersih sebanyak 30 sampel per 15 menit, menunjukkan skala Ph dan TDS. Kadar pH air dari percobaan pertama 9,3 sampai ke-10 adalah 9,1 jadi hasil yang masih keluar dari batas atas 33,3% dari 30 sample. Sampai sampel ke-30 yaitu 8,6 dengan batasan pH air bersih 9 dan kadar TDS sample awal 195 ppm sampai sample ke-30 yaitu 45 ppm dengan batasan maksimum 1000 ppm untuk air bersih, dari batasan TDS maksimum 30 sampel 100% di bawah standar.

Saran

Dalam rancangan alat pengering dan penyuling air laut di perlukan penelitian lanjutan dengan air hasil sulingan dapat langsung diminum sehingga dapat

memenuhi konsumsi air bersih di daerah pesisir air laut.

Dan perancangan untuk energi pemanas dapat dialternatifkan kembali tanpa menggunakan gas alam atau energi fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- Archer, B dan Baynes, K. 1977. *The Future of Designs Educations*, ICSID. Design For Need, Julien and Liz McQuiston (ed.). Pengamon Press.
- Arfianza AW., 2010, *Perancangan Alat Duduk Ergonomis Pada VDT Untuk Pengguna Laptop Dengan Metode Rasional*, Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- Cross, N.,1994, *Engineering Design Methods Strategies For Product Design*, Edisi 2, Jhon Wiley and Sons Ltd., United Kingdom.
- Desiandi, Muhammad, dkk., 2009, *Pemeriksaan Kualitas Air Minum Pada Daerah Persiapan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Tirta Musi*, Palembang.
- Diana, Isabel Meta, 2007, Skripsi: *Usulan Tempat Tidur Periksa Bagi Pasien Lajut Usia*, Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Hadiguna, Rika A. dan Mia Monasari, 2006, *Karakteristik Ergonomis Rancang Bangun Wheelbarrow*, Jurnal Teknik Industri Vol. 8, No. 1, Juni 2006 : 82-96, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

Kompas.com, *Garam Sesuai Standar Mutu*,
Tanggal akses 26 September 2012.

Nazaruddin, Akhmad. 2015, 41 Desa di
Rembang Kesulitan Air Bersih,
[http://www.jatengantarnews.com/d
etail/kekeringan-41-desadi-
rembang-air-bersih.html](http://www.jatengantarnews.com/detail/kekeringan-41-desadi-rembang-air-bersih.html)

Nurmianto, E., 2004, *Ergonomi Konsep
Dasar Dan Aplikasinya* Edisi
Kedua, Penerbit Guna Widya,
Surabaya.

Prakosa, Rudy Firman. 2010. *Perbandingan
Metode Rasional dengan Kreatif
untuk Mendesain Alat Bantu
Pasang Lampu*, Thesis, Universitas
Gadjah Mada, Yogyakarta.

Panero dan Zelnik, 1979, *Dimensi Manusia
& Ruang Interior*, Erlangga,
Jakarta.

Pullat, Mustafa, B., 1992, *Fundamentals Of
Industrial Ergonomics*, Prentice
Hall, New Jersey, Oklahoma.

Pujiastuti.C., 2008, Jurnal: *Kajian
penurunan Ca dan Mg Dalam Air
Laut Menggunakan Resin
(DOWEX)*. Universitas Veteran,
Jawa Timur.

Raharjo, Poppy., 2008, Skripsi : *Usulan Alat
Pemotong Kertas Karton*,
Universitas Adma Jaya,
Yogyakarta.

Ramdani, Safuruddin., 2014, Skripsi:
Merancang Alat Pengupas Kulit
Lunak Melinjo Yang Ergonomis
Dengan Mendekatkan Metode

Rasional Untuk Meningkatkan
Produktifitas Produksi, Universitas
Dian Nuswantoro, Semarang.

Tarwaka, Solicul HA.B., Lilik S., 2004
Ergonomi untuk Keselamatan,
Kesehatan Kerja dan Produktivitas,
Cetakan Pertama, UNIBA Press,
Surakarta.

Wignjosoebroto, S., 2003, *Ergonomic Studi
Gerak Dan Waktu*, Penerbit P.T.
Guna Widya, Surabaya.

Wignjosoebroto, Sritomo. *Analisis
Ergonomi dalam Proses
Perancangan Produk : Studi Kasus
di Sektor Industri Tradisional*.
Proceeding Seminar Nasional
Ergonomic 1997, 6-7 Januari 1997-
Laboratorium Perancangan Sistem
Kerja & Ergonomi, Jurusan Teknik
Industry-ITB, Bandung.