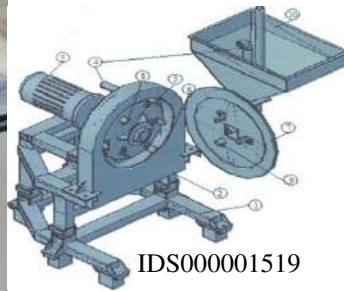


ISBN 978-602-5595-19-6

# MONOGRAF



IDS000001519



IDP000053717

## TEKNOLOGI MEKANIK DASAR PEMURNIAN GARAM

Intan Baroroh  
Bagiyo Suwasono  
Ali Munazid  
Aniek Sulestiani

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

# **TEKNOLOGI MEKANIK DASAR PEMURNIAN GARAM**

Tim Penulis:  
Intan Baroroh  
Bagiyo Suwasono  
Ali Munazid  
Aniek Sulestiani

**2019**

# **Teknologi Mekanik Dasar Pemurnian Garam**

## **Tim Penulis:**

Intan Baroroh  
Bagiyo Suwasono  
Ali Munazid  
Aniek Sulestiani

Hak Cipta pada penulis

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, tanpa ijin tertulis dari penulis

## **Perancang Sampul:**

Intan Baroroh

## **Reviewer:**

Dr. Ir. Nuhman, M.Kes.

## **Penerbit :**



## **Hang Tuah University Press**

Universitas HangTuah  
Jalan.Arif Rahman Hakim No. 150 Surabaya  
Telp. 031.5945864  
Fax. 031. 031.5946261

## **ISBN:**

**978-602-5595-19-6**



# PRAKATA

Sebagai suatu benua maritim, Indonesia memiliki luas wilayah seluruhnya 5 juta kilometer persegi dimana sebagian wilayahnya (68%) berupa lautan, sedang sisanya (32%) berupa daratan yang tersebar disekitar 17.500 buah pulau besar dan kecil. Oleh karena itu, perbandingan luas lautan dan daratan tampak bahwa masa depan bangsa Indonesia sangat bergantung pada seberapa jauh bangsa Indonesia mampu memanfaatkan lautan.

Untuk dapat memanfaatkan lautan, bangsa Indonesia perlu menguasai IPTEK Kelautan dan/atau Kemaritiman. Salah satu bentuk adalah upaya meningkatkan produksi garam rakyat melalui teknologi terpadu garam. Salah satu upaya tersebut dengan menciptakan rancang bangun alat pemurnian garam rakyat secara mekanis dengan tujuan meningkatkan kandungan kadar NaCl dan kecepatan proses produksi. Secara umum garam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) jenis garam, yaitu: **Garam Pengawetan Ikan** dengan kadar NaCl  $\geq 90\%$ , **Garam Konsumsi** dengan kadar NaCl  $\geq 94\%$ , dan **Garam Proanalisis** dengan NaCl  $\geq 99\%$  yang banyak digunakan sebagai *reagent* di laboratorium maupun industri farmasi.

Dalam buku monograf ini dilakukan 3 (tiga) inovasi alat baru berupa alat pelembut garam (*Disc Mill*) yang berfungsi untuk proses penghancuran garam krosok, alat pembersih garam (*Wash Tank*) yang berfungsi untuk proses pencucian garam halus secara bertingkat, dan alat re-kristalisasi air tua garam (*Evaporation-Distillation*) yang berfungsi untuk memproduksi butiran garam halus dengan bahan baku air tua garam yang memiliki viskositas

> 24 <sup>0</sup>Be. Ketiga alat ini menghasilkan produk garam halus non iodisasi dan air mineral.

Buku ini merupakan kumpulan hasil penelitian bidang ketahanan pangan yang telah dilakukan oleh tim penulis untuk menambah khasanah pengetahuan tentang proses pemurnian garam rakyat.

Surabaya, 28 Juni 2019

**Tim Penulis**

# KATA PENGANTAR

Pengembangan industri maritim berbasis kelautan, bangsa Indonesia perlu menguasai IPTEK Kelautan dan/atau Kemaritiman. Oleh karena itu perlu upaya untuk meningkatkan produksi garam rakyat melalui teknologi terpadu garam. Salah satu upaya tersebut dengan menciptakan rancang bangun peralatan proses pemurnian garam sebagai upaya meningkatkan kandungan kadar NaCl dan kecepatan proses produksi.

Pengembangan alat pencucian garam berupa alat pelembut garam (*Disc Mill*) yang berfungsi untuk proses penghancuran garam krosok, dan alat pembersih garam (*Wash Tank*) yang berfungsi untuk proses pencucian garam halus secara bertingkat. Sedangkan untuk alat rekrystalisasi air tua garam (*Evaporation-Distillation*) yang berfungsi untuk memproduksi butiran garam halus dengan bahan baku air tua garam yang memiliki viskositas  $> 24$  <sup>0</sup>Be. Ketiga alat ini secara tunggal maupun bertingkat sebagai upaya peningkatan kadar NaCl pada garam dan menghilangkan impuritas atau kotoran yang terkandung di dalamnya.

Dalam rangka menunjang mata kuliah **Teknik Material dan Pemrosesan** maupun mata kuliah **Manajemen Teknik** diperlukan tersedianya sebuah monograf yang bertujuan untuk memudahkan mahasiswa dalam menguasai salah satu materi dalam mata kuliah tersebut. Dengan dibuatnya monograf ini diharapkan akan menambah khasanah pengetahuan tentang proses pemurnian garam untuk meningkatkan kadar kandungan NaCl dan kecepatan proses produksi sehingga dapat digunakan untuk menyertai bahan kuliah lain.

Monograf ini dilengkapi dengan gambar-gambar hasil dari penelitian untuk memudahkan pembaca memahami materi yang ditulis. Materi dalam monograf ini didasarkan pada referensi dari pakar dan penelitian yang dilakukan oleh tim penulis yang berkaitan dengan tema yang dibahas, sehingga dapat memfasilitasi mahasiswa dalam mengembangkan daya nalar dan keinginan untuk selalu mencari sumber informasi lain yang akan melengkapi pengetahuannya.

Surabaya, 28 Juni 2019  
Reviewer

**Dr. Ir. Nuhman, M.Kes**



# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>GLOSARIUM</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Definisi Garam .....	1
1.2. Kualitas Garam .....	7
1.3. Potensi Garam di Lahan .....	10
1.4. Hasil Rekayasa Teknologi Pemrosesan .....	18
<b>BAB 2 PROSES PEMURNIAN GARAM</b> .....	21
2.1. Teknologi Produksi .....	21
2.2. Peningkatan Capaian Kinerja .....	27
<b>BAB 3 DISC MILL DAN WASH TANK</b> .....	33
3.1. Rancang Bangun Disc Mill.....	33
3.2. Cara Kerja Disc Mill .....	35
3.3. Rancang Bangun Wash Tank .....	36
3.4. Cara Kerja Wash Tank.....	38
3.5. Rancang Bangun Dump Tank.....	39
3.6. Instal-Uji Coba Disc Mill dan Wash Tank .	40
<b>BAB 4 EVAPORASI - DISTILASI</b> .....	49
4.1. Rancang Bangun Evaporasi - Destillasi.....	49
4.2. Cara Kerja Evaporasi – Distillasi. ....	51
4.3. Instal-Uji Coba Evaporasi – Distillasi. ....	52
<b>BAB 5 PENUTUP</b> .....	59
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	63



# GLOSARIUM

Aplikasi Rekayasa	Ilmu teknik atau <b>rekayasa</b> yang mempelajari berbagai bidang <b>aplikasi</b> ilmu dasar, ilmu terapan dan pemanfaatan teknologi.
Disc Mill	Alat penghancur garam sekaligus melembutkan ukuran garam dengan campuran air sebagai mediumnya
Dump Tank	Tempat yang digunakan unyuk mewadahi garam halus yang sudah dihaluskan oleh mesin diskmill, serta berfungsi sebagai penampungan sementara garam sebelum diproses pada wash tank bertingkat
Garam Rakyat	Garam yang dihasilkan dalam para petambak dalam negeri
Proses Kristalisasi	Proses pembentukan bahan padat dari pengendapan larutan, melt (campuran leleh), atau lebih jarang pengendapan langsung dari gas. Kristalisasi
Garam	Senyawa yang mengandung senyawa magnesium klorida, magnesium sulfat, magnesium Bromida, dan senyawa runut lainnya, sehingga warna garam selain merupakan kristal transparan juga bisa berwarna kuning, merah, biru atau ungu
Kaidah Normatif	Kaidah atau aturan yang menghendaki agar layanan bimbingan dan konseling.
Metode Evaporasi	Proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan

	spontan menjadi gas (contohnya uap air). Proses.
Meja Kristalisasi	Alat yang digunakan untuk mengevaporasi air laut atau air sisa pencucian garam dengan tenaga kayu ataupun elpiji dan dilengkapi dengan sistem evaporasi untuk menghasilkan air mineral.
Proses Kristalisasi	Proses pembentukan bahan padat dari pengendapan larutan, melt (campuran leleh), atau lebih jarang pengendapan langsung dari gas. Kristalisasi.
Pemurnian Garam	<b>Pemurnian</b> (refining atau juga mungkin disebut oleh affining istilah matematika) adalah proses <b>pemurnian</b> zat atau bentuk. sebelum dilanjutkan dalam proses <b>pemurnian</b> berikutnya ataupun pada tahap akhir <b>pemurnian</b> . juga banyak digunakan dalam proses pencucian.
Wash Tank	Alat pencuci garam secara single atau bertingkat berguna memisahkan impuritas yang ada pada kandungan garam dan menaikkan kadar garam sekaligus memutihkan warna garam.

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Molekul NaCl atau Garam	2
Gambar 2	Kawasan Lahan Pegaraman Indonesia	4
Gambar 3	Pasut Air Laut Indonesia	11
Gambar 4	Batas Pantai dan Laut	12
Gambar 5	Metode Penguapan	19
Gambar 6	Bagan Proses Pembuatan Garam Evaporasi Kadar NaCl Tinggi	20
Gambar 7	Kondisi eksisting Diskmill dan Wash Tank di Ponpes Sunan Drajat, Paciran - Lamongan	23
Gambar 8	Skema proses pencucian garam secara bertingkat	24
Gambar 9	Grafik peningkatan kinerja yang dicapai	27
Gambar 10	Desain Disc Mill IDS000001519	34
Gambar 11	Desain Wash Tank IDS000001521	37
Gambar 12	Install Dump Tank dan Disc Mill	39
Gambar 13	Tempat Penmpungan Air Tua	40
Gambar 14	Panel Listrik Porses Pencucian Garam Basah	41
Gambar 15	Proses Instal Sistem Komponen Pencuci Garam Basah	41
Gambar 16	Proses Uji Coba Funsional Awal untuk Disc Mill, Dump Tank, Wash Tank, dan Pompa Impeller	42
Gambar 17	Hasil install rancang bangun dari dump tank ke wash tank	42
Gambar 18	Evaporasi – Distilasi IDP000053717	50

Gambar 19	Meja Re-kristalisasi	53
Gambar 20	Evaporasi – Distilasi	53

IDP000053717

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Data Areal dan Produksi Garam	4
Tabel 2	Komposisi Ion pada Salinitas 35 ppt	8
Tabel 3	Tingkat Kepekatan dan Senyawa Terendam dari Air Laut..	8
Tabel 4	Kualitas Garam Berdasarkan Kandungan NaCl	9
Tabel 5	Survei Lahan Garam di Pulau Jawa dan Madura	10
Tabel 6	Komposisi Ion pada Salinitas 35 ppt.	12
Tabel 7	Kualitas Garam Krosok	13
Tabel 8	Syarat Mutu Garam Konsumsi Beryodium	13
Tabel 9	Lokasi Pengambilan Sampel	14
Tabel 10	Hasil Uji Garam Krosok Non Yodium	15
Tabel 11	Hasil Uji Air Laut ke Arah Pesisir dengan Temperatur Permukaan 30,9 hingga 33,2 0C....	17
Tabel 12	Uji Garam tanggal 13 Juni 2011	16
Tabel 13	Uji Air laut tanggal 17 Juni 2011	27
Tabel 14	Uji Coba Disc Mill dan Wash Tank	43
Tabel 15	Uji Proses Garam 13 Juni 2011	45
Tabel 16	Uji Proses Garam 20 Desember 2013	45
Tabel 17	Uji Coba Cuci Basah Garam 05 April 2014	46
Tabel 18a	Uji Proses Garam 02-03 Mei 2014	47
Tabel 19	Uji Coba Evaporasi - Distilasi 30 Agustus 2014	54

Tabel 20	Hasil Uji Garam 15 September 2014	56
----------	--------------------------------------	----



# **BAB 1**

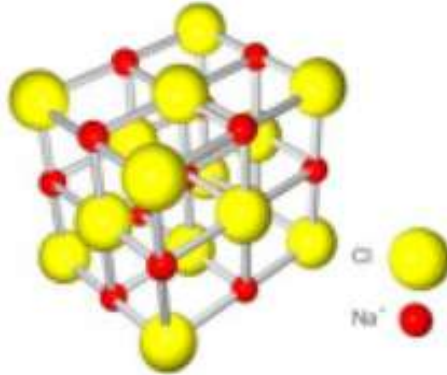
## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Definisi Garam**

Garam adalah salah satu komoditas strategis, selain sebagai kebutuhan konsumsi juga merupakan bahan baku industri kimia seperti soda api, soda abu sodium sulfat dan lain-lain. Tanpa garam, manusia tidak mungkin hidup, karena garam bertindak sebagai pengatur aliran makanan dalam tubuh, kontraksi hati dan jaringan-jaringan dalam tubuh. Dalam tubuh orang dewasa, mengandung sekitar 250 gram garam (Pusriswilnon BRKP, 2006).

Garam atau lebih dikenal dengan nama garam meja, termasuk dalam kelas mineral halide atau dikenal dengan nama halite, dengan komposisi kimia sebagai Natrium Klorida ( $\text{NaCl}$ ) terdiri atas 39,3% Natrium ( $\text{Na}$ ) dan 60,7% Klorin ( $\text{Cl}$ ). Garam ini, umumnya berada bersama gypsum dan boraks, sehingga akan terendapkan setelah gypsum terendapkan pada proses penguapan air laut. Nama halite berasal dari Greek "hals meaning salt" (Kerry Magruder, Guidelines for Rock Collection). Beberapa sifat garam atau Natrium Klorida yaitu bisa berbentuk kristal atau bubuk putih dengan system isomerik berbentuk kubus, bobot molekul 58,45 g/mol, larut dalam air (35,6 g/100 g pada  $0^{\circ}\text{C}$  dan 39,2 g/100 g pada  $100^{\circ}\text{C}$ ). Dapat larut dalam alkohol, tetapi tidak larut dalam asam Klorida pekat, mencair pada suhu  $801^{\circ}\text{C}$ , dan menguap pada suhu diatas titik didihnya ( $1413^{\circ}\text{C}$ ). Hardness 2,5 skala MHO, bobot jenis 2,165 g/cm<sup>3</sup>, tidak berbau, tidak mudah terbakar dan

toksisitas rendah, serta mempunyai sifat higroskopik sehingga mampu menyerap air dari atmosfer pada kelembaban 75% (Chemical Index, 1993).



**Gambar 1.** Molekul NaCl atau Garam

Sumber : Chemical Index, 1993

Garam alami selalu mengandung senyawa *Magnesium Klorida*, *Magnesium Sulfat*, *Magnesium Bromida*, dan senyawa runtu lainnya, sehingga warna garam selain merupakan Kristal transparan juga bisa berwarna kuning, merah, biru atau ungu. Garam banyak dimanfaatkan dalam berbagai macam produk dan diestimasi sekitar 14.000 produk menggunakan garam sebagai bahan tambahan (*The Salt Manufacturer's Association, United Kingdom*).

Di sisi yang lain Indonesia sebagai negara kepulauan hingga saat ini untuk proses pembuatan garam, khususnya garam krosok masih terkonsentrasi di Pulau Jawa dan Pulau Madura. Sedangkan potensi luas lahan pengaraman di Indonesia mencapai  $\pm 33.625$  ha tetapi baru sekitar 17.623 ha (52,4%) yang dapat dimanfaatkan untuk

memproduksi garam. Lahan garam tersebut tersebar di 7 propinsi, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur. Sedangkan kebutuhan garam pada tahun 2009 untuk konsumsi mencapai 700 ribu ton, dan di luar konsumsi mencapai 2.395 ribu ton. Selain itu garam juga digunakan untuk pengasinan ikan, industri khlor alkali, industri makanan, industri tekstil, penyamakan kulit, garam mandi/spa, perminyakan, farmasi dan perkebunan (Dit. Industri Kimia Hilir, 2009).

Indonesia dengan 17.500 pulau, memiliki potensi menghasilkan garam, baik untuk konsumsi manusia dan konsumsi industri (farmasi, soda, pengeboran minyak). Menurut kenyataan, luas ladang garam Indonesia adalah sekitar 30.786 hektar dan terletak di berbagai tempat di Indonesia, yang terbesar berada di pulau Jawa dan Madura. Di pulau Jawa seluas 10.231 hektar (Jawa Timur di luar Madura 6.904 hektar, Jawa Tengah 2.168 hektar dan Jawa Barat 1.159 hektar) dan di pulau Madura 15.310 hektar.

Selain itu, garam dihasilkan di NTB (1.155 hektar, Sulawesi Selatan (2.205 hektar), Sumatera dan lain-lainnya (1.885 hektar). PT Garam, produsen garam milik Negara, mengendalikan sekitar 5.340 hektar, yang sebagian besar terletak di Madura (4.700 hektar) dan sebagian kecil di Gresik (640 hektar). Oleh karena itu, dari total 30.786 hektar ladang garam, sekitar 25.318 hektar ( $\pm 82.6\%$ ) dikelola secara tradisional oleh petani dan selebihnya dikerjakan oleh PT Garam (Bisnis Indonesia, 11 April 2000).



**Gambar 2.** Kawasan Lahan Pegaraman Indonesia.  
 Sumber: Dirjen Bina Pasar & Distribusi Perdagangan Dalam Negeri, 2006

**Tabel 1.** Data Areal dan Produksi Garam

No	Propinsi	Dati – II	Luas Lahan (Ha)		Produksi 2002			Ket.
			Nominatif	Produktif	Ton/Ha	Ton	Prosen	
1	ACEH	4	--	--	--	10.000	0,9%	
2	JABAR	3	2.787	1.746	74	130.000	11,9%	
3	JATENG	5	3.249	3.248	68	220.000	20,2%	
5	JATIM	10	13.047	9.713	59	570.000	52,2%	
6	BALI	3	--	--	--	2.200	0,2%	
6	NTB	3	1.574	1.052	58	61.000	5,6%	
7	NTT	12	9.704	304	33	10.000	0,9%	
8	SULSEL	7	1.264	1.260	56	70.000	6,4%	
9	SULTENG	4	2.000	300	60	18.000	1,6%	
	Total	51	33.625	17.623	62	1.091.200	100,0%	

Sumber: Deperindag, 2003

Menurut data, kebutuhan garam nasional memang meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2007 sebanyak 2,6 juta ton, 2008 sebanyak 2,7 juta ton, dan 2009 sebanyak 2,8 juta ton dan di tahun 2010 sebanyak 2,10 ton. Berarti kekurangan sekitar 1,6 juta ton dan ini harus diimport. (Departemen Perindustrian , 01 Desember 2010).

Berdasarkan berbagai kebutuhan dan penggunaannya, maka garam sebagai komoditas akan selalu dibutuhkan manusia seperti halnya kebutuhan manusia akan makanan, sehingga fungsi garam untuk konsumsi tidak dapat digantikan, sifatnya menjadi lebih sensitif, dan layak untuk diposisikan sebagai komoditas strategis. Oleh karena itu sebagai upaya lanjutan dilakukan penelitian awal tentang identifikasi kualitas air laut sebagai bahwa bahan baku garam dan garam krosok sebagai hasil produk yang berada di wilayah Pantura Jawa Timur dan Selatan Pulau Madura.

Garam merupakan pelengkap kebutuhan pangan dan sumber elektrolit tubuh manusia. Walau Indonesia termasuk Negara maritime, namun usaha peningkatan produksi garam belum diminati, termasuk dalam usaha meningkatkan kualitasnya. Di lain pihak untuk kebutuhan garam dengan kualitas baik (kandungan kalsium dan magnesium kurang) banyak diimpor dari luar negeri, terutama garam beryodium serta garam industry.

Produktivitas usaha garam rakyat Indonesia sampai saat ini dirasakan masih rendah, dan belum memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan garam domestik. Bahkan banyaknya petambak garam yang beralih fungsi mengakibatkan makin luasnya lahan garam yang menjadi lahan tidur. Hal ini disebabkan harga garam yang terus menurun akibat rendahnya mutu garam rakyat. Oleh karena itu perlu upaya untuk meningkatkan produksi garam rakyat melalui teknologi terpadu garam dan Artemia. Teknologi ini sudah cukup lama

dikembangkan oleh DKP (BRKP dan Ditjen Perikanan Budidaya) dan BPPT di beberapa daerah dengan hasil yang sangat menggembirakan tetapi belum diterapkan dalam masyarakat secara luas. Satu contoh keberhasilan di kota Rembang menunjukkan hasil yang memuaskan dari segi kualitas dan kuantitas garam serta produk samping, yaitu: sista dan biomassa *Artemia* yang memiliki nilai ekonomis tinggi. *Artemia* merupakan pakan alami dari segala industri perikanan budidaya laut dan air tawar (Pusriswilnon BRKP, 2006).

Memperhatikan rendahnya produktivitas garam rakyat dan upaya pengembangan teknologi yang telah dilakukan, maka mulai saat ini kita secara bersama-sama dan terintegrasi untuk melakukan berbagai upaya aplikasi rekayasa teknologi pemrosesan garam dengan berorientasi pada industri skala kecil. Aplikasi yang akan terpasang pada aktivitas kelompok petani garam diharapkan dapat memenuhi beberapa kaidah normatif yang disepakati secara bersama-sama, yaitu: teknologi tepat guna, mudah digunakan, mudah perawatan, mudah diduplikasi, dan “Sosialisai Kegiatan PUGAR di Kab. Gresik, 18 April 2011” FTIK – UHT. Berorientasi pada sosial budaya kerja industri kelautan/kemaritiman. Hasil rekayasa teknologi pemrosesan garam yang dapat dilaksanakan, yaitu: (1) Proses penguapan total (solar evaporation) secara tradisional maupun mekanis, dan (2) Proses pencucian garam secara tradisional-mekanis. Kedua teknologi yang telah dikembangkan ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas garam lokal agar mampu bersaing dengan garam import.

Berdasarkan kebutuhan garam tersebut, mulai tahun 2011 Pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan melaksanakan Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR) sebagai salah satu strategi untuk pemenuhan garam Nasional sehingga dapat mengurangi jumlah import garam serta mencapai swasembada garam Nasional. PUGAR yang diluncurkan Wakil Presiden RI tanggal 29 Desember 2010 di kabupaten Ende – Nusa Tenggara Timur, merupakan program pemberdayaan yang difokuskan pada peningkatan kesempatan kerja dan kesejahteraan bagi petambak garam .

Oleh karena itu sangat tepat bila pemberdayaan usaha garam rakyat didaerah paciran sebagai binaan kami sedang focus-fokusnya dalam pemberdayaan garam untuk menunjang kebutuhan garam nasional tersebut.

## **1.2. Kualitas Garam**

Lokasi pembuatan garam yang ideal adalah memenuhi persyaratan antara lain lokasi landai, kedap air, air laut dapat naik ke lahan tambak garam (dengan atau tanpa bantuan alat), konsentrai air baku minimum 2,5 derajat . Lokasi juga bersih dari sumber air tawar, dengan curah hujan sedikit dan banyak sinar matahari untuk optimalnya penguapan air laut. Musim kemarau yang panjang akan memperkecil frekuensi turun hujan. Komposisi air laut pada salinitas 35 ppt (3,5°Be) seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi Ion pada Salinitas 35 ppt

No	Ion	Gram per Kg air laut
1	Cl <sup>-</sup>	19,3540
2	Na <sup>+</sup>	10,770
3	K <sup>+</sup>	0,3990
4	Mg <sup>2+</sup>	1,2900
5	Ca <sup>2+</sup>	0,4121
6	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,7120
7	Br <sup>-</sup>	0,0673
8	F <sup>-</sup>	0,0013
9	B	0,0045
10	Sr <sup>2+</sup>	0,0079
11	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , I <sup>-</sup>	6,0x10 <sup>-5</sup>

Sumber : Riley and Skirrow, 1975

Air laut dengan kadar rata-rata seperti diatas mempunyai sifat-sifat/kelakuan kristalisasi berdasarkan perbedaan kepekatan, seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Tingkat Kepekatan dan Senyawa Terendap dari Air Laut

Tingkat Kepekatan	Giliran Mengkristal/Mengendap
3,00–16,00	Lumpur/Pasir/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CaCO <sub>3</sub>
17,00–27,00	Gips (Kalsium Sulfat)
26,25–35,00	Natrium Klorida
27,00–35,00	Garam Magnesium
28,50–35,00	Natrium Bromida

Sumber : Riley and Skirrow, (1975) dan PT. GARAM, (2000)

Apabila proses pembuatan garam yang dilakukan berdasarkan cara umum seperti pada proses penggaraman rakyat (metode evaporasi total), maka produk garam yang dihasilkan akan memiliki kadar NaCl kurang dari 80%. Jika tidak dilakukan pengolahan lanjutan, NaCl yang dihasilkan dari air laut standar adalah sebesar 27,393 g/kg air laut yang salinitasnya 35 ppt atau NaCl yang dihasilkan



memiliki kadar hanya 78,266 % (tanpa memperhitungkan kadar air). Hal ini menunjukkan kualitas garam rakyat masih belum memenuhi kategori yang diinginkan yaitu kualitas I dan II seperti terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kualitas Garam Berdasarkan Kandungan NaCl

Kualitas	Substance	Ks
Kualitas I	NaCl>98%	Kandungan Air Maksimum 4%
Kualitas II	94.4%<NaCl<98%	Kandungan Air Maksimum 5%
Kualitas III	NaCl<94%	Kandungan Air >5%

Sumber : PT. GARAM, (2000)

Sedangkan kualitas garam konsumsi yang sesuai menurut SNI adalah minimal mengandung NaCl sebesar 94,7 % (masuk dalam kategori kualitas II) dan harus memiliki kandungan iodium sebesar 30 – 80 ppm. Untuk menghasilkan garam dengan mutu baik, maka senyawa-senyawa Kalsium dan Magnesium serta Sulfat harus terlebih dahulu diendapkan. Pada garam rakyat yang memanfaatkan model penguapan total, kadar garam tertinggi yang dapat dihasilkan relative jarang mencapai 90%, sehingga dibutuhkan perlakuan-perlakuan khusus agar dihasilkan garam dengan kualitas tinggi.

Hal ini sangat diperlukan untuk menghasilkan garam bermutu tinggi dengan kadar NaCl lebih dari 95%, sehingga Indonesia mampu mengantisipasi untuk tidak impor garam dan malah sebaliknya Indonesia mampu menuju swasembada garam bahkan sebagai pengekspor garam bermutu terkemuka di dunia.

### 1.3. Potensi Garam di Lahan

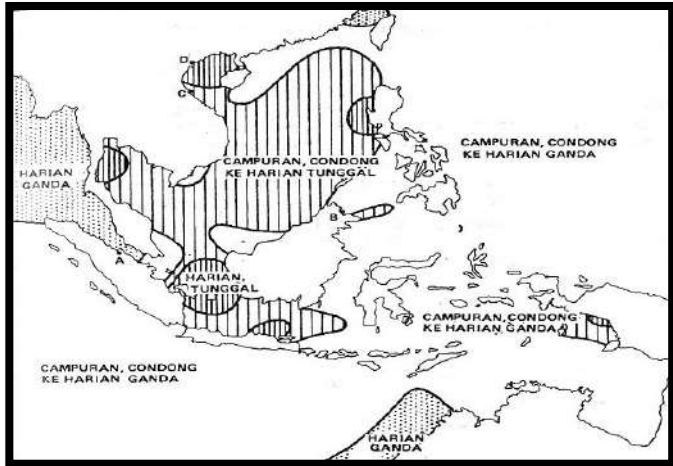
- **Penentuan lokasi sampel**

Penentuan lokasi pengambilan sampel garam krosok dan air laut didasarkan pada pola pasang surut (pasut) air laut (Wyrcki, 1961), dan lahan garam di sekitar Pantai Utara Jawa Timur dan Pantai Selatan Pulau Madura (BAKOSURTANAL, 2010).

**Tabel 5.** Survei Lahan Garam di Pulau Jawa dan Madura

No	Kabupaten	Kategori lahan	Data Survei*	Data Sekunder**
1	Sumenep	Lahan PT. Garam Lahan PT. Garam Lahan Rakyat Lahan Kerjasama PT. Garam dan Rakyat	3.317,65 42,14 539,15 108,77	2.767
2	Sampang	Lahan PT. .Garam Lahan Rakyat	1.216,78 4.664,9	4.849
3	Pamekasan	Lahan Rakyat	2.545,48	1.414
4	Gresik	Lahan Rakyat	608,86	488
5	Pasuruan	Lahan Rakyat	-	157
6	Probolinggo	Lahan Rakyat	-	285
7	Surabaya	Lahan Rakyat	-	2.237
8	Sidoarjo	Lahan Rakyat	-	468
9	Lamongan	Lahan Rakyat	-	112
10	Tuban	Lahan Rakyat	-	270
<b>Jumlah Propinsi Jatim (Ha)</b>			<b>13.043,73</b>	<b>13.047</b>
11	Brebes	Lahan Rakyat	489,92	84
12	Pati	Lahan Rakyat	2.453,79	1.117
13	Rembang	Lahan Rakyat	1.890,77	1.097
14	Demak	Lahan Rakyat	-	266
15	Jepara	Lahan Rakyat	-	625
<b>Jumlah Propinsi Jateng (Ha)</b>			<b>4.834,48</b>	<b>3.189</b>
16	Karawang	Lahan Rakyat	1.435,56	50
17	Cirebon	Lahan Rakyat	2.730,75	1.106
18	Indramayu	Lahan Rakyat	4.166,30	590
<b>Jumlah Propinsi Jabar (Ha)</b>			<b>8.332,61</b>	<b>1.746</b>
<b>LUAS LAHAN GARAM 3 PROPINSI (Ha)</b>			<b>26.210,82</b>	<b>17.982,00</b>

Sumber : \*) BAKOSURTANAL, 2010; \*\*) Desperindag, 1999



**Gambar 3.** Pasut Air Laut Indonesia

Sumber : Wyrтки, 1961

- **Pengambilan sampel**

Pengambilan sampel garam krosok dilakukan pada hasil kristalisasi lahan garam maupun gudang penyimpanan garam krosok milik rakyat yang berada di sekitar Pantai Utara Jawa Timur dan Pantai Selatan Pulau Madura. Sedangkan pengambilan sampel air laut dilakukan dengan menggunakan perahu tradisional milik rakyat dengan arah mendekati lahan garam dan titik di bawah 1,5 meter dari permukaan air laut pasang, dimana titik tersebut digunakan oleh para petambak garam sebagai sumber utama bahan baku pembuatan garam krosok.



**Gambar 4.** Batas Pantai dan Laut

Sumber : Bengen, 2002; UU No.32 Th. 2004; UU No.27 Th. 2007

- **Pengujian sampel**

Pengujian secara visual dan parameter fisika dilakukan pada saat survey berlangsung, seperti diameter dan kebersihan garam krosok, maupun temperatur, kecerahan dan salinitas air laut. Sedangkan pengujian parameter kimia dilakukam di Laboratorium Kimia pada Fakultas Saintek Univ. Airlangga Surabaya dengan pendekatan Teori Rilley dan Skirrow tahun 1975 untuk air laut, Peraturan Direktur Jenderal Perdagangan Luar Negeri Nomor 02/DAGLU/PER/5/2011 untuk kualitas garam krosok, dan Standar Nasional Indonesia atau SNI tahun 2010 untuk garam konsumsi beryodium.

**Tabel 6.** Komposisi Ion pada Salinitas 35 ppt

No	Ion	Gram per Kg air laut
1	Cl <sup>-</sup>	19,3540
2	Na <sup>+</sup>	10,770
3	K <sup>+</sup>	0,3990
4	Mg <sup>2+</sup>	1,2900
5	Ca <sup>2+</sup>	0,4121
6	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,7120
7	Br <sup>-</sup>	0,0673
8	F <sup>-</sup>	0,0013
9	B	0,0045
10	Sr <sup>2+</sup>	0,0079
11	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , I <sup>-</sup>	6,0x10 <sup>-5</sup>

Sumber : Rilley & Skirrow, 1975

**Tabel 7. Kualitas Garam Krosok**

Kualitas	%NaCl	Tampilan Fisik	Ukuran butiran	Harga (Rp/kg)
KP1	94,7	Putih bening dan Bersih	Min 4 mm	750
KP2	85 ≤ NaCl < 94,7	Putih	Min 3 mm	550

Sumber : Peraturan Dirjen Perdagangan Luar Negeri No 02/DAGLU/PER/5/2011

**Tabel 8. Syarat Mutu Garam Konsumsi Beryodium**

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan SNI 01-3556-2000	Persyaratan SNI 3556:2010
1	Kadar air (H <sub>2</sub> O) (b/b)	%	Maks 7	Maks 7
2	Kadar NaCl (natrium klorida) Dihitung dari jumlah klorida (Cl) (b/b) adbk	%	Min 94,7	Min 94
3	Bagian yang tidak larut dalam air (b/b) adbk	%	-	Maks 0,5
4	Yodium dihitung sebagai kalium iodat (KIO <sub>3</sub> ) adbk	mg/kg	Min 30	Min 30
5	Cemaran logam:			
5.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	-	Maks 0,5
5.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 10,0	Maks 10,0
5.3	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 10,0	-
5.3	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0,1	Maks 0,1
5.4	Arsen (As)	mg/kg	Maks 0,1	Maks 0,1

Catatan: b/b adalah bobot/bobot dan adbk adalah atas dasar bahan kering

Berdasarkan pasut air laut dan keberadaan lahan garam di wilayah Pulau Jawa dan Madura, maka lokasi titik pengambilan sampel yang telah direncanakan di wilayah Pantura Jawa Timur dan Selatan Pulau Madura meliputi Tuban, Lamongan, Gresik, Sidoarjo, Probolinggo, Pamekasan, dan Sumenep, seperti ditampilkan pada Tabel 9. Sedangkan hasil pengujian

sampel untuk garam krosok dan air laut juga ditampilkan pada Tabel 10 dan 11.

**Tabel 9.** Lokasi Pengambilan Sampel

No	Lokasi	GPS		Jenis Pasut	Jenis Sampel
		Bujur Selatan	Bujur Timur		
1	Lamongan	6° 52' 28,0"	112° 23' 31,6"		Garam krosok & Air laut
2	Gresik	6° 54' 14,5"	112° 29' 25,2"	Harian Tunggal	Garam krosok & Air laut
3	Tuban	6° 54' 10,7"	112° 07' 54,8"		Garam Krosok
4	Sidoarjo	-	-		Belum dilaksanakan
5	Probolinggo	-	-		Belum dilaksanakan
6	Pamekasan	7° 14' 47,5"	113° 31' 14,8"	Campuran, Condong ke Harian Tunggal	Garam krosok & Air laut
7	Sumenep	7° 02' 50,5"	113° 55' 08,2"		Garam krosok & Air laut

Sumber : Kemitraan FTIK – UHT dan Balitbang KP – KKP

Definisi pola pasut ait laut pada lokasi pengambilan sampel menurut Wyrcki (1961) adalah sebagai berikut:

1. Harian Tunggal (Diurnal Tide) adalah pasut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari. Ini terdapat di Pantai Pati, Tuban, Lamongan, dan Gresik.
2. Campuran Condong Harian Tunggal (Mixed Tide, Prevailing Diurnal) adalah pasut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut

yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu. Ini terdapat di Pantai Sumenep.

3. Campuran Condong Harian Ganda (Mixed Tide, Prevailing Semi Diurnal) adalah pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda. Ini terdapat di Pantai Sidoarjo, Probolinggo, dan Pamekasan.

**Tabel 10.** Hasil Uji Garam Krosok Non Yodium

<b>No</b>	<b>Lokasi</b>	<b>% NaCl</b>	<b>%Ca</b>	<b>%Mg</b>	<b>%K</b>	<b>% SO<sub>4</sub></b>	<b>% Kadar Air</b>
1	Lamongan	87,55	0,347	0,5170	0,034	0,724	Tdk dicek
2	Gresik-1	84,22	0,180	0,0076	Tdk dicek	Tdk dicek	8,69
3	Gresik-2	82,31	0,280	0,0099	Tdk dicek	Tdk dicek	9,68
4	Gresik-3	86,17	0,280	0,0125	Tdk dicek	Tdk dicek	5,47
5	Gresik-4	87,01	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek
6	Gresik-5	87,39	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek
7	Gresik-6	86,48	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek
8	Tuban	86,13	0,028	0,0029	Tdk dicek	Tdk dicek	12,92
9	Pamekasan	76,90	0,056	0,0028	Tdk dicek	Tdk dicek	10,33
10	Sumenep-1	83,11	0,082	0,0059	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek
11	Sumenep-2	89,35	0,145	0,0051	Tdk dicek	Tdk dicek	Tdk dicek

Sumber : Lab. Kimia Univ. Airlangga, Kemitraan FTIK – UHT dan Balitbang KP – KKP

Identifikasi prosentase NaCl dari hasil uji garam krosok non yodium dengan pendekatan Mendenhall dan Sincich (1992) adalah sebagai berikut:

### 1. Statistika Diskripsi

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (2)$$

- Diskripsi untuk Pantura Jawa Timur  
Rata-rata NaCl sebesar 85,94% dengan standar deviasi mencapai 1,801
- Diskripsi untuk Selatan Pulau Madura  
Rata-rata NaCl sebesar 83,12% dengan standar deviasi mencapai 6,225
- Diskripsi untuk untuk Pantura Jawa Timur dan Selatan Pulau Madura  
Rata-rata NaCl sebesar 85,17% dengan standar deviasi mencapai 3,428

### 2. Statistika inferensial dengan uji estimasi

$$\bar{x} \pm t_{n-1; \frac{\alpha}{2}} \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (3)$$

- Estimasi rata-rata untuk Pantura Jawa Timur  
Interval NaCl sebesar 85,94% ± 1,206603  
Dengan interval keyakinan  $\alpha = 10\%$  menunjukkan bahwa NaCl berkisar 84,73% hingga 87,15%
- Estimasi rata-rata untuk Selatan Pulau Madura  
Interval NaCl sebesar 83,12% ± 10,49451  
Dengan interval keyakinan  $\alpha = 10\%$  menunjukkan bahwa NaCl berkisar 72,63% hingga 93,61%



- Estimasi rata-rata untuk Pantura Jawa Timur dan Selatan Pulau Madura  
Interval NaCl sebesar  $85,17\% \pm 1,8732$   
Dengan interval keyakinan  $\alpha = 10\%$  menunjukkan bahwa NaCl berkisar 83,30% hingga 87,04%.

**Tabel 11.** Hasil Uji Air Laut ke Arah Pesisir, Temperatur Permukaan 30,9 hingga 33,2 °C

No	Parameter	Pamekasan 2,5 ‰	Sumenep 28,5 ‰	Gresik 27,5 ‰	Lamongan 28,5 ‰
<b>Satuan Berat ion air laut dalam gram per kilogram</b>					
1	Na <sup>+</sup>	1,2889	4,1652	4,5996	4,6564
2	K <sup>+</sup>	0,05385	0,33215	0,31575	0,34440
3	Mg <sup>2+</sup>	$4,364 \times 10^{-4}$	$4,384 \times 10^{-4}$	$4,191 \times 10^{-4}$	$4,270 \times 10^{-4}$
4	Ca <sup>2+</sup>	0,08885	0,36265	0,32475	0,33230
5	Sr <sup>2+</sup>	0,0020846	0,0062790	0,0064770	0,0066661
6	Cl <sup>-</sup>	2,5300	17,4320	16,1670	17,432
7	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,4919	3,0274	3,0150	3,0524
<b>Satuan Berat cemaran logam dalam miligram per kilogram</b>					
1	Tembaga (Cu)	$<4,100 \times 10^{-5}$	$<4,100 \times 10^{-5}$	$<4,100 \times 10^{-5}$	$<4,100 \times 10^{-5}$
2	Timbal (Pb)	$<3,760 \times 10^{-4}$	$<3,760 \times 10^{-4}$	$<3,760 \times 10^{-4}$	$<3,760 \times 10^{-4}$
3	Kadmium (Cd)	$<1,047 \times 10^{-5}$	$<1,047 \times 10^{-5}$	$<1,047 \times 10^{-5}$	$<1,047 \times 10^{-5}$
4	Raksa (Hg)	$<3,683 \times 10^{-4}$	$<3,683 \times 10^{-4}$	$<3,683 \times 10^{-4}$	$<3,683 \times 10^{-4}$

Sumber : Lab. Kimia Univ. Airlangga, Kemitraan FTIK – UHT dan Balitbang KP – KKP

Diskripsi hasil uji air laut sebagai sumber bahan baku garam menunjukkan unsur utama garam relatif kecil (Na<sup>+</sup> berkisar 4,1652 hingga 4,6564 gram/kg air laut, dan Cl<sup>-</sup> berkisar 16,167 hingga 17,432 gram/kg air laut) apabila dibandingkan dengan pendekatan dari Relley dan Skirrow tahun 1975 (Na<sup>+</sup> mencapai 10,770 gram/kg air, dan Cl<sup>-</sup> mencapai 19,3540 gr/kg air laut). Demikian juga kondisinya untuk komposisi ion-ion yang lain.

Kegiatan identifikasi awal pada penelitian garam krosok dan air laut sebagai komoditas strategis di wilayah Jawa Timur dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan uji estimasi dengan interval keyakinan  $\alpha = 10\%$  menunjukkan bahwa kadar NaCl untuk garam krosok berkisar 83,30% hingga 87,04%. Ini memberikan indikasi bahwa ada 2 (dua) upaya yang harus dilakukan untuk meningkatkan kadar NaCl. Upaya pertama dengan sentuhan manajemen pengelolaan lahan garam agar supaya kualitas garam krosok mampu pada posisi kualitas II dan I sesuai Peraturan Dirjen Perdagangan Luar Negeri No 02/DAGLU/PER/5/2011. Upaya kedua dengan sentuhan teknologi pemurnian garam krosok menuju garam halus agar supaya kualitas garam konsumsi memenuhi SNI Tahun 2010.
2. Berdasarkan diskripsi hasil uji air laut menunjukkan bahwa penentuan titik lokasi air laut sebagai sumber bahan baku pembuat garam krosok sangat dibutuhkan dalam menghasilkan komposisi ion-ion air laut sebagai unsur pembentukan senyawa-senyawa dalam garam.

#### **1.4. Hasil Rekayasa Teknologi Pemrosesan**

Bahan baku pembuatan garam yang berasal dari air laut akan memerlukan teknik-teknik khusus agar mineral-mineral yang kurang dikehendaki dapat dipisahkan. Mineral yang cukup banyak di dalam garam air laut adalah Natrium, Magnesium, Kalsium, Klorida dan Sulfat. Apabila Kalsium dan Magnesium dapat dipisahkan, maka

Sulfat juga akan ikut, sehingga diharapkan garam yang dihasilkan akan mengandung kadar NaCl > 95%.

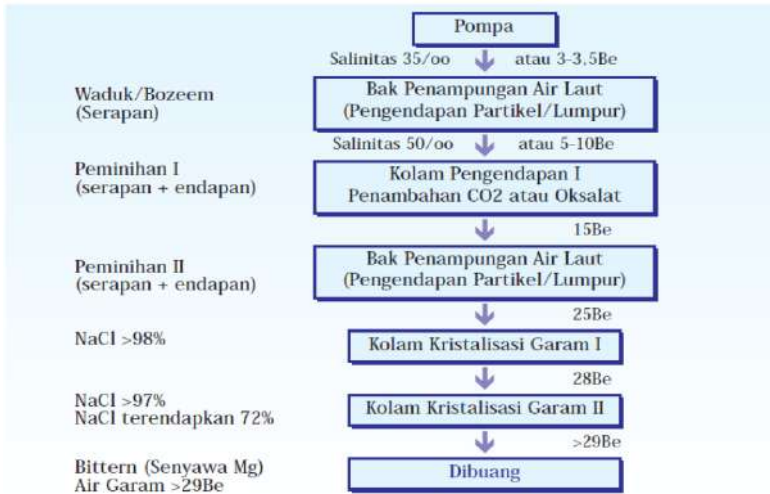
Teknologi pembuatan garam yang telah dilakukan menggunakan metode penguapan (evaporation) air laut dengan tenaga surya (Gambar 5) atau bahan bakar, metode elektrodialisis (ion exchange membrane), dan metode penambangan garam dari batuan garam (rock salt).



**Gambar 5.** Metode Penguapan  
 Sumber : Amarullah, Husni dan Sriyanto, 2006

Pada dasarnya pembuatan garam dari air laut terdiri dari langkah-langkah proses pemekatan (dengan menguapkan airnya) dan pemisahan garamnya (dengan kristalisasi). Bila seluruh zat yang terkandung diendapkan/dikristalkan akan terdiri dari campuran bermacam-macam zat yang terkandung, tidak hanya Natrium Klorida yang terbentuk tetapi juga beberapa zat yang tidak diinginkan ikut terbawa (impurities). Proses kristalisasi yang demikian disebut “kristalisasi total”.

Untuk lebih jelasnya dari tahapan pembuatan dapat dilihat pada Gambar 6 .



**Gambar 6.** Bagan Proses Pembuatan Garam Evaporasi Kadar NaCl Tinggi

Sumber : PT GARAM, 2000

Hanya saja di lokasi ini dilakukan proses pencucian dengan cara pembakaran dengan menggunakan sekam sehingga garam yang dihasilkan memiliki kadar NaCl mencapai 95% dan layak dikonsumsi.

## **BAB 2**

### **PROSES PEMURNIAN GARAM**

#### **2.1. Teknologi Produksi**

Luas ladang penggaraman rakyat sebesar 25.542 Ha dari keseluruhan 33.625 Ha lading penggaraman, produksinya hanya mencapai 40 ton/Ha/tahun (PT Garam Persero, 2000). Akan tetapi produktivitas usaha garam rakyat Indonesia sampai saat ini dirasakan masih rendah, dan belum memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan garam domestik. Bahkan banyaknya petambak garam yang beralih fungsi mengakibatkan makin luasnya lahan garam yang menjadi lahan tidur. Hal ini disebabkan harga garam yang terus menurun akibat rendahnya mutu garam rakyat. Oleh karena itu perlu upaya untuk meningkatkan produksi garam rakyat melalui teknologi terpadu.

Kebutuhan garam nasional hampir 2 juta ton setahun dengan 855.000 ton untuk garam makanan dan sisanya untuk garam industri lebih tepatnya 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 soda menempati urutan teratas yaitu 76 %, diikuti untuk kebutuhan industri pengeboran minyak (15 %) dan jenis industri lain seperti kulit, kosmetik, sabun, dan es (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. (Departemen Perindustrian , 01 Desember 2010). Oleh karena itu, sungguh sangat jauh dari pemenuhan kebutuhan garam nasional apabila petani garam di kecamatan Paciran kabupaten Lamongan yang sampai saat ini hanya menggunakan cara konvensional yaitu metode penguapan (evaporation) air laut dengan tenaga surya memakan waktu cukup lama tanpa diikuti oleh adanya inovasi teknologi di bidang pemrosesan garam .

Inovasi yang dilaksanakan dalam teknologi produksi dan pemurnian garam, meliputi: efisiensi dan peningkatan kecepatan proses produksi garam serta peningkatan kadar NaCl yang akan diterapkan pada petani garam di Paciran Lamongan yang berupa rancang bangun mesin pelembut garam dan tangki pencuci garam ditahun pertama. Untuk tahun kedua dikembangkan rancang bangun mesin pengering garam dan meja kristalisasi garam sebagai sarana untuk proses pemurnian garam. Kegunaan dari kegiatan inovasi pemurnian garam ini adalah meningkatkan produktifitas petani garam baik dalam hal jumlah maupun mutunya.

Dalam buku ini menggambarkan suatu inovasi penggunaan penggunaan wash tank secara bertingkat sebagai tempat pencucian garam (cuci basah) yang optimal dan mesin pelembut garam untuk menghancurkan garam sebelum dilakukan pencucian garam dalam tempat pencuci garam tersebut. Sehingga tujuan pertama yaitu mempercepat proses produksi dan menaikkan kadar NaCl dan menurunkan impuritas atau kotoran yang bercampur pada garam dalam proses cuci basah, efek dari dari cuci

basah ini berupa kristalisasi dengan kemungkinan munculnya prosentase kadar NaCl yang tinggi atau MgCl.

Ditahun ke II akan dikembangkan lebih lanjut rancang bangun proses pengeringan & iodiasasi garam dengan menggunakan mesin Spinner dan Dryer menggunakan energi dari panas radiator genset atau panas kayu bakar dibantu blower bertujuan mempercepat proses produksi dan menaikkan kadar NaCl dan menurunkan impuritas atau kotoran yang bercampur pada garam dalam proses cuci kering. Sedangkan efek dari proses produksi garam secara kering dan iodisasi berupa packegeing .

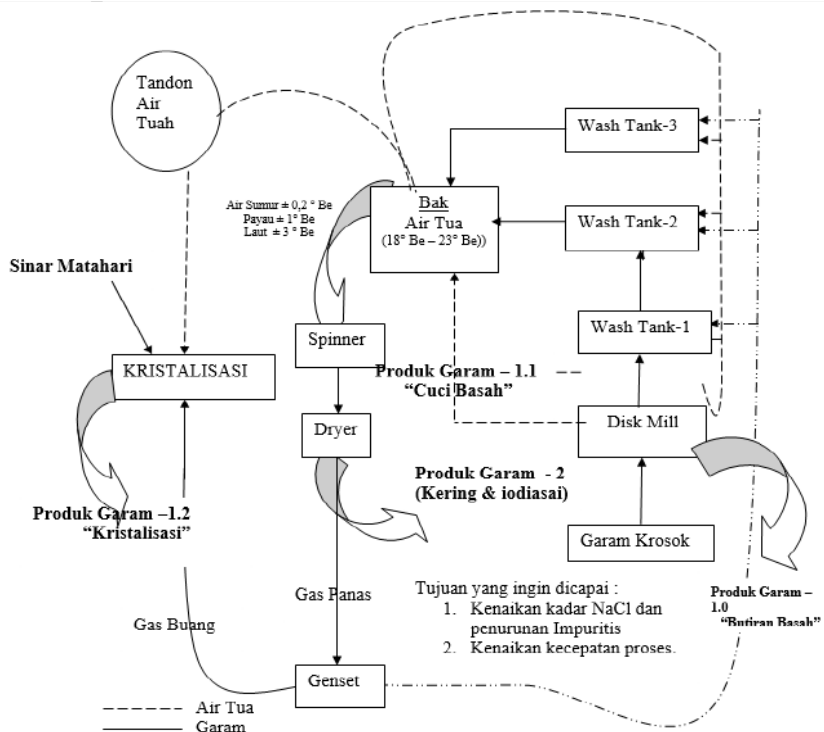
Manfaat yang akan diperoleh adalah kenaikan kadar NaCl pada proses pencucian garam serta kenaikan kecepatan proses pembuatan garam dan menghilangkan kotoran yang melekat pada garam untuk mendapatkan hasil garam yang maksimal melalui proses pemurnian garam dengan system cuci basah maupun cuci kering sehingga akan mampu menghemat tenaga, waktu dan tempat yang luas bagi petani garam .



**Gambar 7.** Kondisi Eksisting Disc Mill & Wash Tank di Ponpes Sunan Drajat, Paciran - Lamongan

Kondisi disc mill dan wash tank di Ponpes Sunan Drajat, Paciran - Lamongan yang telah dibangun akan dilakukan modifikasi pencucian garam secara horisontal dengan menggunakan dump tank sebagai fungsi pencucian garam lebih lanjut sebelum masuk pada wash tank.

Sama halnya dengan rekayasa proses pencucian diatas, pengembangan rancang bangun alat pencucian garam secara bertingkat yang telah kami kembangkan sebagai berikut:



**Gambar 8.** Skema Proses Pencucian Garam secara Bertingkat.



Target utama menghasilkan 3 (tiga) produk garam non iodisasi yang berasal dari :

1. proses disk milk
2. proses wash tank bertingkat
3. proses kristalisasi air tua

Peningkatan kualitas garam dilakukan melalui pengembangan rancang bangun alat pemurnian garam secara mekanis dan kimiawi. Bahan baku proses mekanis diperoleh dari garam krosok, dimana hasil akhir proses produksi berupa garam Kristal dan air tua. Sedangkan bahan baku proses kimiawi diperoleh dari air laut, air tua, dan garam krosok, dimana hasil akhir berupa garam Kristal. Rekayasa ini mampu meningkatkan kadar NaCl lebih dari 95%.

Menurut Nelson Saksono (2002) menunjukkan bahwa proses pencucian dapat mempengaruhi komposisi garam. Persen Mg yang hilang akibat pencucian akan lebih besar dibandingkan dengan Ca. Ukuran partikel garam yang dicuci juga mempengaruhi efektifitas penghilangan kandungan Ca, Mg dan zat-zat pereduksi. Hal ini disebabkan karena bertambahnya luas permukaan kontak air pencuci dengan permukaan garam. Pencucian dengan air bersih dan larutan garam tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kandungan Ca dan Mg. Sedangkan untuk kandungan zat pereduksi, pencucian dengan menggunakan air bersih lebih baik dibanding larutan garam, namun hal tersebut akan mengakibatkan kehilangan garam yang cukup besar selama proses pencucian.

Pencucian dengan menggunakan larutan garam, menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi larutan garam, maka semakin efektif dalam menghilangkan senyawa Mg dalam garam. Namun kehilangan garam juga semakin besar (18.6 %). Sedangkan untuk larutan pencuci dengan menggunakan air bersih, maka semakin tinggi rasio volume air dan garam akan semakin efektif untuk menghilangkan Mg. Namun dari segi kehilangan garamnyapun paling besar (39,4%), dibandingkan pencucian dengan air bersih lainnya. Semakin tinggi kandungan Ca dan Mg dalam garam, maka terdapat kecenderungan semakin tinggi pula kemampuan garam tersebut menyerap air. Namun untuk penurunan pH, kecenderungan tersebut tidak cukup jelas.

Berikut ini adalah sampel pengujian garam local dan uji air laut Paciran Lamongan informasi lab. Kimia – Univ. Airlangga .

**Tabel 12 . Uji Garam 13 Juni 2011**

<b>No</b>	<b>Item Sampel</b>	<b>% NaCl</b>	<b>% Na+</b>	<b>% Cl<sup>-</sup></b>	<b>% Ca</b>	<b>% Mg</b>	<b>% K</b>	<b>% SO<sub>4</sub></b>
1	Krosok	87,55	29,56	57,99	0,347	0,517	0,034	0,724
2	Air Tua ±23 °BE dari Proses Wash Tank	16,16	6,34	9,82	0,064	0,102	0,025	0,198
3	Garam di dalam Wash Tank	84,55	43,37	41,18	0,062	0,109	0,095	0,187
4	Kristalisasi garam cara kimia	86,17	38,86	47,31	0,133	0,187	0,041	0,200
	Metode		AAS		AAS	AAS	AAS	Turbidimetri

Hasil kandungan NaCl pada saat proses pencucian garam di wash tank dengan sekali proses lebih sedikit dengan proses kristalisasi garam secara kimia. Akan tetapi kandungan impuritisnya khusus  $\text{Cl}^-$  dan Ca pada kristalisasi garam cara kimia lebih banyak dari pada hasil pencucian garam di wash tank untuk sekali proses.

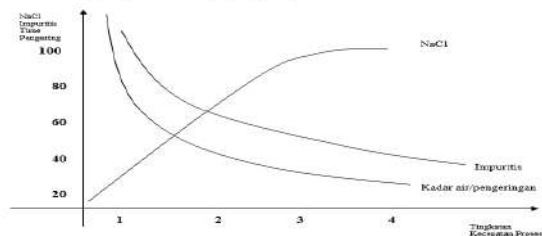
**Tabel. 13** Uji Air laut 17 Juni 2011

No	Item Sampel	%NaCl	%Na+	%Cl <sup>-</sup>
1	Air laut Paciran 3- 4°BE	1,68	0,66	1,02
2	Air laut 6 °BE – 12 °BE dipanaskan ± 3 jam	7,48	2,94	4,54
Metode			AAS	

Air laut sebagai bahan dasar cair yang digunakan untuk membuat air tua dan ditambahkan dengan garam krosok dimana dalam hasil uji air laut dihasilkan uji coba sebagai berikut: air laut yang belum diproses mengandung kepekatan 3 - 4°BE dengan kandungan kadar NaCl 23% dari air laut yang telah diproses dengan pemanasan selama ± 3 jam. Dimana hasil pemrosesan air laut mengandung kepekatan 6 °BE – 12 °BE. Sehingga perlu adanya proses untuk meningkatkan kepekatan kadar NaCl pada air laut sebelum dicampur dengan garam krosok untuk percepatan proses lebih lanjut.

## 2.2. Peningkatan Capaian Kinerja

2.2. Estimasi peningkatan kinerja yang dicapai



**Gambar 9.** Grafik Peningkatan Kinerja yang Dicapai

**Tahap -1** Proses produksi yang terjadi yaitu pengolahan garam krosok dari hasil petani garam dihaluskan atau dihancurkan dengan menggunakan mesin hammer mill ataupun disk mill sesuai tingkat kehalusan yang diinginkan. Hasil dari proses ini berupa produk garam- 0 "butiran basah".

**Tahap -2** Pada tahap ini hasil dari proses garam tahap satu akan diproses lebih lanjut melalui beberapa wash tank, dimana dalam hal proses pencucian garam ini ada tiga tingkatan pencucian wash tank yang dilalui. Dari ketiga tingkatan wash tank menghasilkan produk garam – 1 "cuci basah" yang akhirnya akan ditampung pada bak penampungan air tua. Dalam bak penampungan tercampur antara produk garam "cuci basah" dengan air tua yang telah diolah dari air sumur, air payau atau air laut dengan tingkat kepekatan  $18^{\circ} \text{Be} - 23^{\circ} \text{Be}$ .

**Tahap -3** Pada tahapan proses ini produk garam "cuci basah" yang dikeluarkan dari bak air tua ditiriskan sampai kering betul dengan menggunakan mesin spinner yang kemudian dilanjutkan dengan pengeringan garam dengan menggunakan mesin dryer. Mesin dryer digerakkan dengan menggunakan genset sehingga didapatkan panas yang stabil. Hasil dari proses ini berupa produk garam – 2

**Tahap -4** Tahap ini pengolahan garam dilakukan dengan proses kristalisasi garam dengan bantuan

tenaga dari sinar matahari dengan proses sebagai berikut: Produk garam – 1 ”cuci basah” yang ada di bak air tua dimasukkan pada tandon air tua, untuk selanjutnya diproses kristalisasi dengan bantuan tenaga sinar matahari dan gas buang dari mesin diesel. Dari hasil proses kristalisasi dihasilkan produk garam-3 kristalisasi.

Pada tiap – tiap tahapan dari tahap 1 sampai tahap 3 dan 4 akan terjadi kenaikan kadar NaCl , penurunan impuritas garam dan percepatan proses produksi dalam hal pengeringan kadar air. Didalam proses pencucian garam bertingkat ini juga tidak memakan tempat pemrosesan garam yang luas sehingga dari segi tempat tidak makan tempat dan dari proses pengeringan mengalami kecepatan proses atau waktu pengeringan yang lebih singkat.

Salah satu inovasi penggunaan penggunaan wash tank secara bertingkat sebagai tempat pencucian garam (cuci basah) yang optimal dan mesin pelembut garam untuk menghancurkan garam sebelum dilakukan pencucian garam dalam tempat pencuci garam tersebut. Sehingga tujuan yang akan dicapai yaitu mempercepat proses produksi dan menaikkan kadar NaCl dan menurunkan impuritas atau kotoran yang bercampur pada garam dalam proses cuci basah . efek dari dari cuci basah ini berupa kristalisasi dengan kemungkinan munculnya prosentase kadar NaCl yang tinggi atau MgCl . Selain itu dikembangkan lebih lanjut rancang bangun proses pengeringan & iodiasasi garam dengan menggunakan mesin Spinner dan Dryer menggunakan energi dari panas

radiator genset atau panas kayu bakar dibantu blower bertujuan mempercepat proses produksi dan menaikkan kadar NaCl dan menurunkan impuritas atau kotoran yang bercampur pada garam dalam proses cuci kering. Sedangkan efek dari proses produksi garam secara kering dan iodisasi berupa packeging.

Luaran hasil penelitian tahap pertama menghasilkan 3 produk garam (non iodisasi) yang berasal dari :

1. proses dick mill
2. proses wask tank bertingkat
3. proses kristalisasi air tua

Luaran hasil penelitian untuk tahun kedua berupa proses Kering menggunakan Spinner, Dryer & iodiasai.

Manfaat yang akan diperoleh dari proses pemurnian garam antara lain kenaikan kadar NaCl pada proses pencucian garam serta kenaikan kecepatan proses pembuatan garam dan menghilangkan kotoran yang melekat pada garam untuk mendapatkan hasil garam yang maksimal melalui proses pemurnian garam dengan system cuci basah maupun cuci kering sehingga akan mampu menghemat tenaga,waktu dan tempat yang luas bagi petani garam .

Pada metode pemurnian terdapat dua rancangan yang dikerjaka sebagai berikut:

Tahap I : Perencanaan alat pemurnian garam meliputi diskmill atau alat penghancur garam, wash tank secara bertingkat (tangki pencuci garam basah) desain dan perencanaan meliputi : ukuran dan bahan.

Setelah ditemukan desain yang paling baik, kemudian dilakukan pembuatan dan perakitan alat dimana hasil garam krosok dan air tua yang dimasukkan hammer mill (mesin pelembut garam) atau proses penghalusan garam melalui pompa impeller dilakukan proses pencucian garam basah (wash tank) bertingkat dengan tujuan untuk meningkatkan kadar NaCl dan kecepatan proses serta menghilangkan kotoran pada garam tersebut.

Tahap II : Perencanaan dan pembuatan meja kristalisasi air tua yang dilengkapi dengan genset dan mesin pengering garam, pembuatan garam melalui proses kristalisasi tidak perlu tempat yang luas (bak pengering garam) saat terjadi pemisahan kotoran mineral yang melekat pada garam dan proses yang lama dalam memproduksi garam . Sehingga garam yang dihasilkan mempunyai kadar NaCl yang lebih tinggi lebih cepat proses pembuatannya dengan hasil yang maksimal yang selama ini masih menggunakan cara konvensional yaitu metode penguapan (evaporation) air laut dengan tenaga surya.





# **BAB 3**

## **DISC MILL DAN WASH TANK**

### **3.1. Rancang Bangun Disc Mill**

#### **1. Studi Awal Disc Mill**

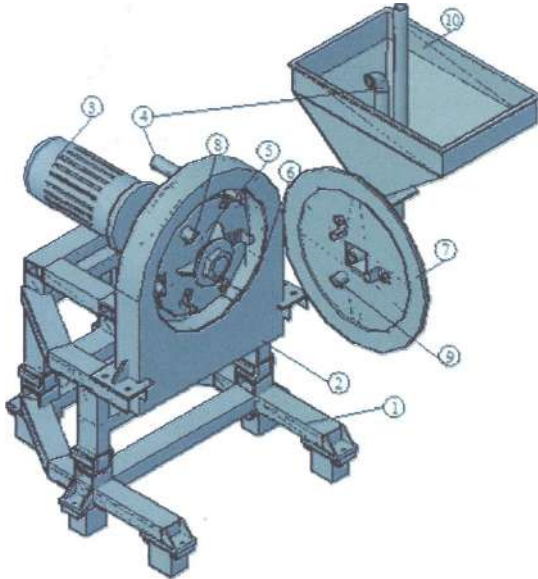
Studi awal menentukan metode pelembut garam yang akan digunakan untuk mendesain pelembut garam, secara umum penentuan metode tersebut melihat efektifitas dan keberhasilan dari beberapa metode pelembut yang ada. Untuk melihat keberhasilan dan efektifitas masing-masing metode tersebut dilakukan pengujian di laboratorium, pengujian tersebut dengan membuat beberapa prototype seperti metode yang ada dengan beberapa variabel dan menguji prototype tersebut dan dianalisa keberhasilan dan efektifitasnya terhadap pelembutan garam. (tingkat keberhasilan dan efektifitasnya adalah, ukuran butiran, kecepatan, kapasitas dll)

#### **2. Desain Disc Mill**

Dengan melihat hasil dari studi yang dilakukan sebelumnya, dilakukan perencanaan mesin pelembut dalam perencanaan tersebut secara umum seperti perencanaan alat-alat produksi pada umumnya, dimana dengan menggunakan metode pendekatan yang relevan dengan mesin yang akan direncanakan.

#### **3. Pembuatan Disc Mill**

Pembuatan mesin pelembut garam atau diskmill berdasarkan perencanaan yang ada dilakukan pembuatan di bengkel produksi.



**Gambar 10.** Desain Disc Mill IDS000001519

Keterangan gambar

- (1) Rangka sebagai dudukan bagian penghalus
- (2) Bagian penghalus yang berfungsi untuk menghaluskan butiran garam
- (3) Motor penggerak
- (4) Sarana aliran fluida untuk memasukkan udara dan air tua (brine)
- (5) Piringan putar
- (6) Saringan
- (7) Piringan tetap
- (8) Gigi penghalus pada badan
- (9) Gigi penghalus pada tutup
- (10) Corong masuk garam krosok

### 3.2. Cara Kerja Disc Mill

Untuk menghasilkan sebuah alat pelembut garam krosok dengan memanfaatkan aliran turbulensi yang diperoleh dari sirkulasi air tua pada derajat baumemeter ( $^{\circ}\text{Be}$ ) tertentu dan udara hi sap akibat piringan putar oleh motor listrik yang memiliki putaran tinggi, sehingga menghasilkan kemampuan memisahkan berbagai pengotor (impurities) garam krosok yang tidak diinginkan.

Pada akhirnya dapat meningkatkan kadar NaCl garam dan derajat keputihan garam, tanpa harus memberikan zat tambahan pada proses pencucian garam krosok. Atau dengan kata lain, alat pelembut garam krosok yang diinvensikan ini secara tidak langsung merupakan upaya diversifikasi produk garam rakyat melalui peningkatan kualitas dan harga jual garam halus.

Konsep invensi alat pelembut garam putaran tinggi ini adalah bentuk peningkatan distribusi tekanan akibat aliran turbulensi yang ditimbulkan dari piringan putar yang digerakkan oleh motor listrik dengan putaran tinggi, sehingga terjadinya aliran turbulensi dari air tua pada derajat baumemeter ( $^{\circ}\text{Be}$ ) tertentu dan udara hi sap akan membantu percepatan proses pencucian garam krosok secara mekanis untuk peningkatan kadar NaCl garam dan derajat keputihan garam.

Metode peningkatan distribusi tekanan dari aliran turbulensi adalah dengan menaikkan kecepatan putar (rpm) dari alat pelembut tersebut, yakni dengan menyatukan piringan putar dengan poros motor listrik putaran tinggi yang bertujuan untuk kemudahan dalam menghilangkan berbagai kandungan mineral yang tidak

dikehendaki pada proses pencucian garam krosok menjadi produk garam halus non yodium.

### **3.3. Rancang Bangun Wash Tank**

#### **1. Studi Awal Wash Tank**

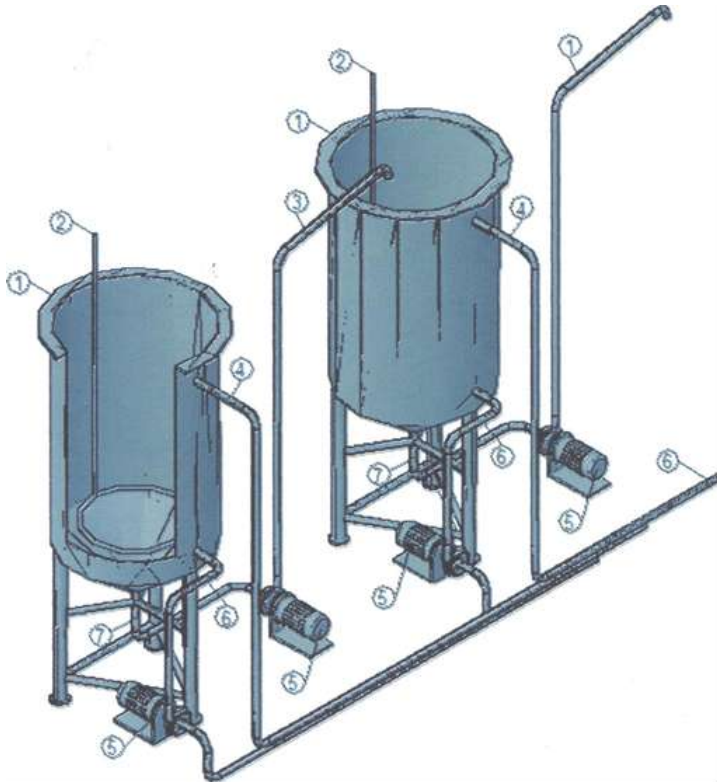
Studi awal menentukan metode pencucian garam yang akan digunakan untuk mendesain pelembut garam, secara umum penentuan metode pencucian tersebut melihat efektifitas dan keberhasilan dari beberapa metode pencuci yang ada. Untuk melihat keberhasilan dan efektifitas masing-masing metode tersebut dilakukan pengujian di laboratorium, pengujian tersebut dengan membuat beberapa prototype seperti metode yang ada dengan beberapa variabel dan menguji prototype tersebut dan dianalisa keberhasilan dan efektifitasnya terhadap pelembutan garam. (tingkat keberhasilan dan efektifitasnya adalah, tingkat kebersihan, kandungan NaCl, serta Kekeringan (kandungan Air))

#### **2. Desain Wash tank**

Dengan melihat hasil dari studi yang dilakukan sebelumnya, dilakukan perencanaan tangki pencuci . dalam perencanaan tersebut secara umum seperti perencanaan alat-alat produksi pada umumnya, dimana dengan menggunakan metode pendekatan yang relevan dengan mesin yang akan direncanakan.

#### **3. Pembuatan Wash Tank**

Pembuatan wash tank berdasarkan perencanaan desain pencucian garam secara bertingkat akan dilakukan pembuatannya di bengkel produksi.



**Gambar 11.** Desain Wash Tank IDS000001521

Keterangan gambar

- (1) Tangki cuci dan bilas (1 )
- (2) pipa udara (2)
- (3) pipa pengirim garam (3)
- (4) pipa luapan air tua garam (4)
- (5) impeller bersirip (5)
- (6) pipa pengirim air tua garam (6)
- (7) pipa hisap garam (7)

### **3.4. Cara Kerja Wash Tank**

Memunculkan gelembung - gelembung udara di dalam air tua garam pada derajat baumemeter tertentu yang bercampur butiran garam sebagai upaya penguatan proses pembersihan butiran garam yang dilakukan secara bertingkat, sehingga mampu meningkatkan kebersihan dan memisahkan berbagai pengotor (impurities) yang tidak diinginkan pada permukaan butiran garam. Pada akhirnya dapat meningkatkan derajat keputihan dan kadar NaCl garam, tanpa harus memberikan zat tambahan pada proses pencucian dan pembilasan terhadap butiran garam. Atau dengan kata lain, alat pembersih butiran garam yang ditemukan ini secara tidak langsung merupakan upaya diversifikasi produk garam rakyat melalui peningkatan kualitas dan harga jual butiran garam.

Konsep invensi alat pembersih butiran garam secara bertingkat ini adalah bentuk perubahan distribusi tekanan pada dua daun impeller dan gelembung-gelembung udara di dalam tangki cuci dan bilas, sehingga terjadinya gesekan yang akan membantu percepatan proses pencucian dan pembilasan butiran garam krosok secara mekanis untuk peningkatan derajat keputihan dan kadar NaCl garam.

Metode perubahan distribusi tekanan dimaksudkan untuk memunculkan gesekan melalui penyatuan air tua garam pada derajat baumemeter tertentu dengan butiran garam yang dialirkan ke dalam pompa dua daun impeller dan dua tangki yang berfungsi untuk mencuci dan membilas butiran garam sehingga memudahkan untuk menghilangkan berbagai kotoran dan kandungan mineral

yang tidak dikehendaki pada permukaan butiran garam rakyat.

### **3.5. Rancang Bangun Dump Tank**

#### **1. Desain Dump Tank**

Dengan melihat hasil dari studi yang dilakukan sebelumnya, dilakukan perencanaan mesin pelembut dalam perencanaan tersebut secara umum seperti perencanaan alat-alat produksi pada umumnya, dimana dengan menggunakan metode pendekatan yang relevan dengan mesin yang akan direncanakan.

#### **2. Pembuatan Dump Tank**

Pembuatan dump tank atau penampung hasil penghancuran garam dari mesin diskmill berdasarkan perencanaan yang ada dilakukan pembuatan di bengkel produksi.



**Gambar 12.** Install Dump Tank dan Disc Mill



**Gambar. 13.** Tempat Penampungan Air Tua

### **3.6. Instal-Uji Coba Disc Mill dan Wash Tank**

Install komponen peralatan pencucian garam basah akan terjadi penyambungan pipa atau selang untuk mengalirkan hasil cucian garam krosok dari dump tank ke washtank dengan bantuan pompa impeller , panel listrik dan generator listrik sebagai penggerak utama motor. Sedangkan panel listrik berfungsi mengatur aliran listrik ke tiap – tiap komponen sistem yang terinstall.

Tahap pertama pada proses pencucian garam adalah menggunakan air cuci dengan kadar viskositas  $0\text{ }^0\text{Be}$ , dan dihasilkan air tua garam (disc mill dan dump tank) mencapai  $21\text{ }^0\text{Be}$ . Tahap kedua pada proses penucian tahap kedua (wash tank bertingkat), dan kadar air hasil cucian mencapai  $18\text{ }^0\text{Be}$ .



Adapun skema hasil uji coba install komponen peralatan pencuci garam basah sebagai berikut:

Krosok + air 0 °Be → Disc Mill → Halus + air 21 °Be.

Krosok + air 0 °Be → Disc Mill & Wash Tank → Halus + air 18 °Be.



**Gambar 14.** Panel Listrik Proses Pencucian Garam Basah



**Gambar 15.** Proses Install Sistem Komponen Pencuci Garam Basah.



**Gambar 16.** Proses Uji Coba Fungsional Awal untuk Disc Mill, Dump Tank, Wash Tank, dan Pompa Impeller



**Gambar 17.** Kunjungan LPPM UHT dan Reviewer Internal pada Proses Uji Coba Disc Mill, Dump Tank dan Wash Tank dengan Air Cuci 0 °Be.

Pembangunan dan uji coba alat pencucian garam basah dilakukan di workshop manufaktur milik Bapak Budtomo (HP. 08123389164) dan berlokasi di Dusun Sumbersari/Cembo, Desa Giripurno, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.

Sedangkan hasil uji coba adalah sebagai berikut:

**Tabel 14.** Uji Coba Disc Mill dan Wash Tank

No	Item	Waktu (Menit)	Input (Kg)	Otput (Kg)	Keterangan
1	<b>Persiapan:</b> Air cuci 0 <sup>0</sup> Be, Temperatur 23,8 <sup>0</sup> C, ppm 145				
2	<b>Start I</b> Pukul : 10.30 – 10.45.	15	100	30	Air dialirkan dari belakang diskmill, hasil dari proses pencucian air tua mencapai 21 <sup>0</sup> Be.
3	<b>Start II</b> Pukul : 01.05 – 01.25.	20	200		Air dialirkan dari belakang dan atas diskmill, hasil dari proses pencucian air tua dump tank dan wash tank mencapai 18 <sup>0</sup> Be.
4	<b>Start III</b> Pukul : 01.35 – 01.45.	10	100		Air dialirkan dari belakang dan atas diskmill, hasil dari proses pencucian air tua dump tank dan wash tank mencapai 18 <sup>0</sup> Be.

Catatan:

- Timbangan berat 50 kg + 50 kg dan 39,5 kg = 139,5 kg atau 34 % dari 400 kg. Estimasi air tua untuk proses kristalisasi 20 % dari liter air dengan estimasi profile tank 650 lt adalah 80 kg jadi total hasil proses 219,5 kg atau 55 % dari inputan semula.
- Hasil kristalisasi air tua Be 25 dengan berat 10 liter menghasilkan garam kristal 3 kg. Sehingga estimasi air tua 650 Lt menjadi 195 kg.
- Estimasi hasil secara riil inputan 400 kg garam krosok menghasilkan output 139,5 Kg ditambah hasil kristalisasi 195 kg. Sehingga total output 334,5 kg atau 83% dari inputan semula

Berdasarkan uji coba disc mill dan wash tank, maka kapasitas inputan untuk disc mill pada setiap menit mencapai 10 Kg atau 10 Kg/menit. Berdasarkan hasil uji coba tersebut dapat diestimasi bahwa kemampuan mesin dalam proses operasinya mencapai 0,6 ton per jam atau 6 ton per 10 jam, sehingga dari proses pembuatan alat ini dapat membantu kondisi pengolahan garam petani Paciran Lamongan yang mampu produksi garan hanya 1 ton setiap harinya. Oleh karena itu pelaksanaan uji coba proses cuci basah mampu meningkatkan kapasitas produksi dan menghemat waktu produksi, apabila dibandingkan dengan waktu operasi mesin disc mill yang ada di Paciran Lamongan.

Hasil evaluasi rancang bangun peralatan pencuci garam secara bertingkat, yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Disc mill agar putarannya menuju maksimal dilakukan penambahan aliran air pada inlet garam.
2. Kedua wash tank ditambahkan aliran inlet dan outlet untuk air garam.
3. Profil tank sebagai penyimpan air tua ditambah dengan ukuran satu lama dan satu lagi ukuran dua kalinya.
4. Semua air garam masuk dalam profil tank tersendiri.

Hasil lab kimia, Fakultas MIPA Kimia Universitas Airlangga menunjukkan kadar garam krosok sampai kadar garam yang dihasilkan proses cuci basah ditunjukkan pada Tabel 15 hingga Tabel 19.

**Tabel 15.** Uji Proses Garam 13 Juni 2011

No	Item Sampel	% NaCl	% Na <sup>+</sup>	% Cl <sup>-</sup>	% Ca	% Mg	% K	% SO <sub>4</sub>
1	Garam krosok 2011	87,55	29,56	57,99	0,347	0,517	0,034	0,724
2	Air Tua ±23°BE dari Proses Wash Tank	16,16	6,34	9,82	0,064	0,102	0,025	0,198
3	Garam di dalam Wash Tank	84,55	43,37	41,18	0,062	0,109	0,095	0,187
4	Kristalisasi garam cara kimia	86,17	38,86	47,31	0,133	0,187	0,041	0,200
Metode			AAS		AAS	AAS	AAS	Turbidimetri

Untuk jenis garam yang digunakan sebagai bahan uji adalah garam krosok yang disimpan mulai tahun 2011 dan digunakan sebagai bahan uji hingga tahun 2014. Pada tahun 2011 sesuai uji lab kimia garam krosok yang semula kadar NaCl 87,55%. Kemudian setelah dilakukan penyimpanan sampai tahun 2013 kandungan garam krosok kadar NaCl meningkat menjadi 95,46%.

**Tabel 16.** Uji Proses Garam 20 Desember 2013

No	Uraian	% Ca	% Mg	% NaCl
1	Garam Kristalisasi	0,4870	0,0989	94,87
2	Garam Proses cuci basah	0,2804	0,0280	97,59
3	Garam krosok 2013	0,3780	0,1535	95,46
4	Air tua 18 °Be	0,0908	0,1766	24,80
5	Air tua hasil kristalisasi	0,1030	0,0553	25,79

Garm krosok dengan kadar NaCl 95,46% dilakukan proses cuci basah menghasilkan kadar NaCl 97,59% yang artinya menunjukkan adanya peningkatan mutu garam menuju kualitas satu. Hal ini memberikan indikasi bahwa kedua alat tersebut layak digunakan, karena mampu meningkatkan kapasitas produksi dan kadar NaCl pada garam.

**Tabel 17.** Uji Coba Cuci Basah 05 April 2014.

No	Item	Waktu (Menit)	Input (Kg)	Output (Kg)	Keterangan
1	Persiapan , viskositas garam 0 °Be.				
2	Start I, Pukul : 10.50 – 11.05.	15	200	-	Air dialirkan dari belakang diskmill, hasil dari proses pencucian air tua 13 ° Be. Ph 5,6
3	Start II, Pukul : 11.30 – 11.45.	15		-	hasil dari proses pencucian air tua dump tank dan wash tank 25 ° Be. Ph 5.6
4	Start III, Pukul : 11.30 – 12.00.	30		-	hasil dari proses pencucian air tua dump tank dan wash tank 25 ° Be. Ph 5.6
5	Start IV, Pukul : 03.10 – 03.23.	13	200	-	Air dialirkan dari belakang dan atas diskmill, hasil dari proses pencucian air tua dump tank dan wash tank 16 ° Be. Sedangkan ph 5.9
6	Start V, Pukul : 04.50 – 05.10.	20			hasil dari proses pencucian air tua dump tank dan wash tank 25,5 ° Be. Sedangkan ph 5.8

7	Start VI, Pukul : 04.50 – 05.30.	40		139,5 + air tuh 630 lt (80 kg)	hasil dari proses pencucian air tuan dump tank dan wash tank 25 ° Be. Sedangkan ph 5.8
---	---	----	--	---	--

**Tabel 18.** Uji Proses Garam 02-23 Mei 2014

No	Uraian	% Ca	% Mg	% NaCl
1.	Garam krosok	0,3780	0,1535	95,46
2.	Garam proses disk mill	0,1918	0,0289	96,68
3.	Garam proses wash-tank 1	0,0915	0,0211	97,81
4.	Garam proses wash-tank 2	0,1251	0,0196	98,20
5.	Garam kristalisasi wash-tank 2	0,2741	0,0396	97,44
6.	Garam kristalisasi tandon	0,2416	0,0303	97,33
7.	Air tua proses wash-tank 2	0,1318	0,0493	25,99
8.	Air tua kristalisasi wash-tank 2	0,1354	0,0711	25,97
9.	Air tua Tandon	0,0971	0,0558	24,26
10	Air tua hasil kristalisasi tandon	0,1087	0,0685	26,42

Hasil uji lab kimia dari Fakultas MIPA Universitas Airlangga menunjukkan kadar NaCl garam krosok sampai kadar NaCl garam yang dihasilkan proses cuci basah secara bertingkat (proses terbuka) menunjukkan kadar kenaikan NaCl dari 95,46 % sampai 98,20%. Hal ini memberikan indikasi bahwa melalui proses cuci basah secara bertingkat telah berhasil menaikkan kandungan kadar NaCl pada garam dengan menghilangkan impuritas didalamnya, artinya hasil dari proses tersebut menunjukkan adanya peningkatan mutu garam menuju kualitas satu. Hal ini juga memberikan indikasi bahwa proses pencucian bertingkat tersebut layak digunakan, karena mampu meningkatkan kapasitas produksi dan kadar NaCl pada garam.





# **BAB 4**

## **EVAPORASI – DESTILLASI**

### **4.1. Rancang Bangun Evaporasi - Destilasi**

#### **1. Studi Desain Meja Kristalisasi Air Tua**

Studi awal menentukan metode kristalisasi garam yang akan digunakan untuk mendesain meja kristalisasi. Secara umum penentuan metode kristalisasi dengan cara melihat tingkat keberhasilan dan efektivitas dari beberapa metode kristalisasi yang telah ada. Untuk melihat keberhasilan dan efektifitas masing-masing metode tersebut akan dilakukan pengujian di laboratorium, uji coba dilakukan pada beberapa prototipe seperti metode yang ada dengan beberapa variabel. Sedangkan analisa keberhasilan dan efektifitasnya terhadap kristalisasi garam melalui tingkat kebersihan, kandungan kadar NaCl, dan kandungan Air.

#### **2. Desain Meja Kristalisasi Air Tua**

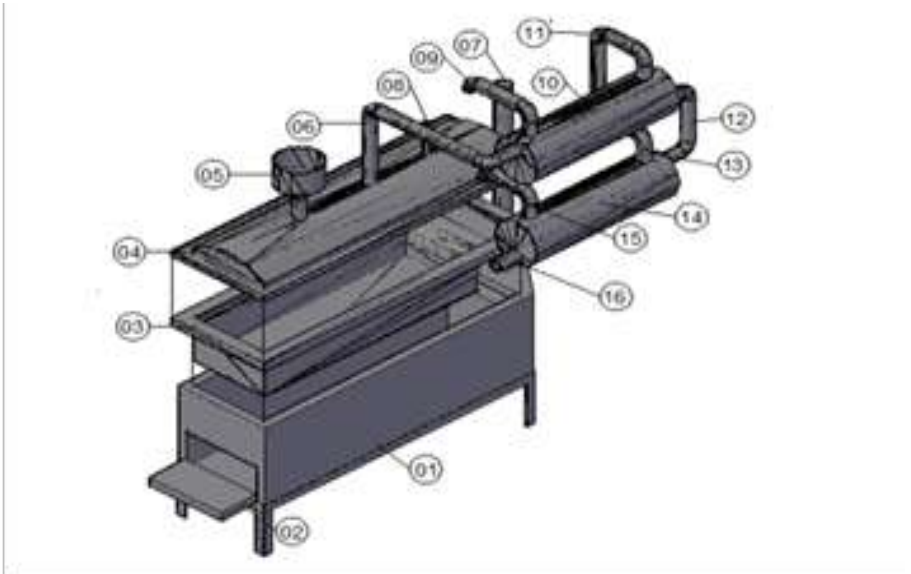
Dengan melihat hasil dari studi yang dilakukan sebelumnya, dilakukan perencanaan meja kristalisasi. Dalam perencanaan tersebut secara umum seperti perencanaan alat-alat produksi pada umumnya, dimana dengan menggunakan metode pendekatan yang relevan dengan mesin yang akan direncanakan.

### 3. Pembuatan Meja Kristalisasi Air Tua

Pembuatan wash tank berdasarkan perencanaan desain pencucian garam secara bertingkat akan dilakukan pembuatannya di bengkel produksi.

Dimensi Meja Kristalisasi:

- Panjang : 172 cm
- Lebar: 50 cm
- Tinggi : 28 cm
- Bahan SS 304 tebal 1,2 mm



**Gambar 18.** Evaporasi – Distilasi IDP000053717

Keterangan Gambar :

- (1) Tempat Pembakaran
- (2) Pintu pembakaran
- (3) Tempat air tua
- (4) Tutup meja

- (5) Pipa tambahan air tua
- (6) Pipa saluran destilasi masuk
- (7) Exshouse
- (8) Pipa pengukuran level air
- (9) Pipa pembuangan air dari cooling pada tabung pertama
- (10) Tabung pendingin pertama
- (11) Pipa masuk cooling pertama pada tabung pertama
- (12) Pipa penghubung antar tabung
- (13) Pipa pembuangan air dari cooling pada tabung kedua
- (14) Tabung pendingin kedua
- (15) Pipa air masuk dari cooling pada tabung yang kedua
- (16) Pipa pengeluaran air destilasi secara bertingkat.

#### **4.2. Cara Kerja Evaporasi – Distilasi.**

Pada prinsipnya adalah pemanfaatan air sisa kristalisasi lahan garam atau air pencucian garam krosok yang dilakukan pada proses evaporasi–destilasi menggunakan kayu bakar maupun elpiji sebagai upaya proses kristalisasi garam dari air tua. Proses ini dapat meningkatkan derajat keputihan, kadar NaCl sebagai upaya diversifikasi produk garam rakyat melalui peningkatan kualitas dan harga jual garam kristalisasi

Konsep alat evaporasi-destilasi ini adalah proses pemanasan air tua dengan pengaturan sumber pemanasnya yang digabung dengan sistem destilasi uap hasil evaporasi yang dialirkan pada tabung destilasi bertingkat yang dibantu oleh mesin pendingin atau cooling

tower. Hasil air tua yang dipanaskan menjadikristal garam yang bening atau putih untuk meningkatkan derajat keputihan dan kadar NaCl. Biasanya masyarakat yang memiliki profesi petani garam membuat garam dari air laut dengan cara menguapkan dengan matahari langsung jadi kemungkinan sedikitnya garam yang diperoleh disebabkan karena penguapan. Sedangkan cara yang dilakukan dengan memanaskan meja evaporasi dengan hasilnya lebih banyak garam tersisa yang mengendap.

Metode evaporasi adalah menghasilkan panas pada alat evaporasi, sehingga air tua yang mendidih dan menguap, kemudian mengalir pada saluran tabung destilasi. Uap mengalami pendinginan dalam tabung destilasi dengan bantuan mesin pendingin atau cooling tower. Sedangkan asap pemanasan keluar melalui pipa gas buang. Akibat pemanasan air tua akan terbentuk kristal garam halus dan terjadi pemisahan kotoran maupun mineral yang tercampur dalam air tua tersebut.

### **4.3. Instal-Uji Coba Evaporasi – Distilasi.**

Install komponen peralatan re-kristalisasi air tua garam dengan viskositas  $> 20 \text{ }^{\circ}\text{Be}$ , meliputi: ruang pembakaran dengan kayu bakar atau eliji, ruang tertutup evaporasi air tua garam, tabung distilasi, dan pipa distribusi fluida uap maupun fluida cair.



**Gambar 19.** Meja Re-kristalisasi



**Gambar 20.** Evaporasi – Distilasi IDP000053717

Pembangunan dan uji coba alat evaporasi – distilasi air tua garam dilakukan di workshop manufaktur milik Bapak Budtomo (HP. 08123389164) dan berlokasi di Dusun Sumbersari/Cembo, Desa Giripurno, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.

Percobaan dilakukan pada hari sabtu tanggal 30 Agustus 2014, bobot kayu bakar yang digunakan sebagai pembakaran mencapai 93 kg yang berasal dari pohon apel, dan persiapan pembakaran di mulai pukul 11.00 siang.

**Tabel 19.** Uji Coba Evaporasi-Distilasi 30 Agustus 2014

No	Pukul	Pengapian	Exhause	Keterangan
1	11.15	345°C	40°C	Air tua 7 cm dengan dimensi 7 x 50 x 164 = 56.400 CM <sup>3</sup> = 56,4 liter
2	11.30	223°C	70°C	
3	11.45	320°C	40°C	
4	12.00	324°C	94°C	mendidih
5	12.15	709°C	110°C	
6	12.35	589°C	97°C	
7	13.00	770°C	111°C	
8	13.20	Ada tambah air sampai ketinggian 14 cm dengan dimensi 14 x 50 x 164 = 114.800 CM <sup>3</sup>		
9	13.30	431°C	114°C	
10	13.45	663°C	110°C	Mulai mendidih
11	14.10	476°C	102,5°C	mendidih
12	14.25	320°C	89°C	
13	14.40	382°C	96°C	
14	14.55	488°C	101°C	
15	15.10	430°C	92,9°C	
16	15.30	468°C	95,9°C	
17	15.45	216°C	84,1°C	
18	16.00	430°C	92°C	
19	16.45	selesai		

Percobaan ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan garam dari air tua hasil pencucian garam yang dilakukan sendiri di laboratorium dengan alat dan bahan yang digunakan adalah meja kristalisasi, air laut yang digunakan berasal dari air tua 24 °Be dengan pH 5,6. Volume air laut yang digunakan sebanyak 114.800 cm<sup>3</sup> (114,8 liter) dengan ukuran volume air tua 14 x 50 x 164 cm. proses pembuatan garam ini dilakukan dengan cara memanaskan air laut yang bertujuan untuk menguapkan

air agar supaya kristal garam yang ingin didapatkan terbentuk beserta air kondensasi (air mineral).

Pada saat pemanasan dilakukan membutuhkan waktu yang cukup lama, dan pada saat proses pemanasan pada percobaan ini alat yang digunakan adalah meja kristalisasi sehingga luas permukaan panci cukup luas dan mempengaruhi proses pengendapan garam karna pada saat mulai terlihat endapan putih, endapan putih itu melekat di permukaan panci dan sangat sulit untuk di korek sehingga warna endapan putih tersebut warnanya menjadi kekuning-kuningan. Air laut pun cukup lama sampai semuanya menguap dan hanya tersisa endapan putih yang merupakan Kristal halus berwarna putih.

Setelah proses penguapan, Kristal halus garam tersebut dipindahkan tempat penirisan dengan hasil seberat 20 kg dan air kristal 55 liter dengan kandungan  $24 \text{ }^0\text{Be}$  dengan pH 5,4 sedangkan air destilasi atau kondensasi mencapai 8 liter dengan kandungan  $0 \text{ }^0\text{Be}$  dengan pH 7,4. Hasil Kristal halus putih yang didapatnya kemudian di panaskan di matahari karena terlihat masih banyak air yang merupakan hidrat yang masih terkandung, setelah dipanaskan di matahari kemudian ditimbang dan diperoleh garam sebanyak 20 kg gram. Dalam proses pembuatan garam ini dilakukan dengan cara pemanasan dengan bantuan kayu bakar dan batu api dan dilanjutkan dengan pemanasan dengan matahari langsung untuk menghilangkan Hidrat yang masih terkandung, biasanya masyarakat yang memiliki profesi petani garam membuat garam dari air laut dengan cara menguapkan dengan matahari langsung jadi kemungkinan sedikitnya garam

yang diperoleh disebabkan karena penguapan yang dilakukan dengan cara memanaskan di meja kristalisasi hasilnya lebih banyak garam yang tersisa di meja kristalisasi yang mengendap.

Kelemahan meja kristalisasi

- Tempat memasukkan air tidak ada (kupingan)
- Perbaikan exhause atau pipa gas buang kondisinya kurang besar.

**Tabel 20.** Hasil Uji Garam 15 September 2014.

No	Uraian	% Ca	% Mg	% NaCl
1.	Air Kristal	0,1204	6,41. 103	28,84
2.	Air Destilasi	8,66.104	6,95. 105	0,30
3.	Garam Kristal 22° Be	0,5910	0,0242	92,00
4.	Garam 0 - 23° Be	0,6654	0,0617	89,77
5.	Garam 22 - 23° Be	0,6294	0,0448	90,28

Catatan:

- Air kristal adalah air bekas kristalisasi air tandon 22° Be.
- Air Destilasi adalah air mineral hasil penguapan proses kristalisasi 0° Be.
- Garam kristal adalah garam hasil proses kristalisasi dari air tandon 22° Be.
- Garam 0- 23° Be adalah garam hasil pengolahan dismill dengan air tanah 0° Be. Menjadi air cuci 23° Be.
- Garam 22- 23°Be adalah garam hasil pengolahan dismill dengan air tandon 22° Be Menjadi air cuci 23° Be.

Dari tabel di atas menggambarkan garam krosok yang diproses dismill dengan air tanah 0° Be kandungan NaCl hanya 89,77% lebih rendah dari kandungan garam yang



diolah dengan dismill menggunakan air tandon 22° Be yang kandungan NaCl hanya 90,28%. Sedangkan air tandon 22° Be yang mengalami proses kristalisasi kandungan NaCl lebih tinggi 92,00 % .



# **BAB 5**

## **PENUTUP**

### **5.1. Kesimpulan**

Pada proses pemurnian garam dengan cara basah melalui 3 (tiga) alat utama, yaitu Disc Mill dengan Dump Tank, Wash Tank Bertingkat, dan Evaporasi-Distilasi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produktivitas usaha garam rakyat Indonesia sampai saat ini dirasakan masih rendah terutama dalam segi mutu, untuk itu penggunaan rancang bangun dump tank dan wash tank akan berpengaruh terhadap kenaikan mutu NaCl garam olahan.
2. Eksistensi diskmill maupun wash tank di Paciran belum menghasilkan produk garam dengan mutu NaCl yang belum maksimal, sehingga perlu adanya penambahan dump tank pada disk mill untuk menampung air tua serta garam dari diskmill. Sedangkan 2 wash tank di Paciran sebagai fungsi air tua perlu ditambahkan dua wash tank lagi sebagai pencuci lanjutan dan pembilasan.
3. Luaran yang dihasilkan adalah produk garam non iodisasi yang berasal dari :
  - a. proses disk mill dengan dump tank.
  - b. proses wash tank bertingkat.
  - c. proses re-kristalisasi air tua.

4. Hasil evaluasi rancang bangun peralatan pencuci garam secara bertingkat yang diperhatikan adalah sebagai berikut:
  - a. Disc mill agar putarannya menuju maksimal dilakukan penambahan aliran air pada inlet garam.
  - b. Wash tank ditambahkan aliran inlet dan outlet untuk air garam.
  - c. Profil tank sebagai penyimpan air tua ditambah dengan ukuran satu lama dan satu lagi ukuran dua kalinya.
  - d. Semua air garam masuk dalam profil tank tersendiri.
5. Hasil uji coba kecepatan proses mesin cuci basah mencapai kapasitas 10 Kg per menit sedangkan hasil uji lab pada garam krosok dari kandungan 95,46% NaCl setelah melalui proses cuci basah mencapai 97,59% NaCl
6. Pembuatan garam menggunakan meja kristalisasi dengan bahan baku air tua garam sebanyak 114,8 liter atau 114.800 cm<sup>3</sup> dengan ukuran volume air tua 14 x 50 x 164 cm (24 °Be dengan pH 5,6) dilakukan pemasakan selama 5 jam 45 menit dengan kayu pohon apel sebanyak 93 kg menghasilkan garam kristal 20 kg, air kristal 55 liter (24 °Be dengan pH 5,4) dan air kondensasi (air mineral) seberat 8 liter (0 °Be dengan pH 7,4).

## **5.2. Saran**

1. Perlu pengembangan hak paten dari proses rancang bangun untuk pengamanan alat produksi dan penguatan hak cipta.
2. Melengkapi rancang bangun alat disc mill dan wsh tank yang belum sempurna agar peningkatan NaCl dan kecepatan proses produksi mencapai yang maksimal.
3. Melengkapi rancang bangun alat evaporasi untuk tempat memasukkan air tua garam dan pipa gas buang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S., 2003. *Prinsip dasar Ilmu Gizi*, Jakarta PT. Gramedia Pustaka
- Amarullah, Husni dan Sriyanto, 2006, Teknologi Garam Artemia dan Produk Terkait Lainnya, BPPT, Makalah Workshop Masa Depan Industri Garam di Indonesia.
- Anonim, \_\_\_\_\_, *The Salt Manufacturers Association*, Manchester, United Kingdom.
- Anonim, 1993, *Sodium Chloride*, Chemical Index.
- Bisnis Indonesia, 2000, Bank Dunia Danai 20 Usaha Garam untuk Proses SNI. .
- Bisnis Indonesia, 2000, Pengolahan Garam Perlu Standard Teknologi.
- Fitriana, R., 2000, *Pantai Selatan Jateng Miliki Potensi Garam*, Bisnis Indonesia.
- Hassan Shadily *Ensiklopedi Indonesia* Jilid ke-3. 1984. Jakarta: Ietiar Baru- Van Hoeve dan Elsevier Publishing ProJeets.
- Baroroh, I., Suwasono, B., Munazid, A., Suhelmi, I.R., Widodo, A.W., dan Triwibowo, H., 2018, *Alat Evaporasi-Distilasi Air Tua Garam*, Kementerian Hukum dan HAM RI, Sertifikat IDP000053717.
- Kerry Mgruder, \_\_\_\_\_, Halite, Guidelines for Roek Collection.
- Komaryatin, N. 2012, Pengembangan faktor Produksi untuk meningkatkan pendapatan petani garam, Seminar dan Konferensi Nasional Manajemen Bisnis, Memberdayakan UMKM dalam meningkatkan

- kesejahteraan masyarakat menghadapi persaingan global, hal 193 — 200, Badan Penerbit Universitas Muria Kudus.
- PT. Apel Merah, 2010, *Panduan Teknis Garam Beryodium*, Perusahaan Garam Rakyat, Rembang.
- PT. Garam, 2000, *Teknologi Pembuatan dan Kendala Produksi Garam di Indonesia*, Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Purbani, D., 2002, *Proses Pembentukan Kristalisasi Garam*, Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non Hayati, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Pusriswilnon BRKP, 2006, *Buku Panduan: Pengembangan Usaha Terpadu Garam dan Artemia*, Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non Hayati, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Riley and Skirrow, 1975, *Chemical Oceanography*, Academic Press London
- Ruwhof, C. and Drexhage, HA, 2001. Iodine and thyroid autoimmun disease in animal models. *Thyroid* 11:427-36.
- Saksono, N., 2002, Studi Pengaruh Proses Peneueian Garam Terhadap Komposisi dan Stabilitas Yodium garam Konsumsi, *Makara Teknologi*, Vol. 6, No. 1, pp. 7 — 16.
- Sulistyowati, W., 2013, "Optimalisasi pemanfaatan hasil pemurnian Garam Krosok seeara mekanis untuk menghasilkan garam yodium ", *Neptunus*, Vol. 19 No 1, ISSN. 0852-2812.



- Suwasono, B., Munazid, A., Hilmawan, G., dan Budtomo, 2010, Rancang Bangun Alat Pemurnian Garam Seeara Mekanis dan Kimiawi, Kerjasama Kemitraan antara KKP Jakarta, UHT Surabaya dan SMK Kelautan Ponpes Sunan Drajat.
- Suwasono, B., 2012, Identifikasi awal garam krosol dan air laut sebagai komoditas strategis di wilayah pesisir Jawa Timur, Seminar Nasional Kelautan VIII, FTIK - Universitas Hang Tuah.
- Suwasono, B., Munazid, A., Adi, T.R., dan Hendrajana, B., 2016 *Alat Pelembut Garam Putaran Tinggi*, Kementerian Hukum dan HAM RI, Sertifikat IDS0000015919.
- Suwasono, B., Munazid, A., Baroroh, I., Sulistyowati, W., Widodo, A.W., Triwibowo, H., dan Widjanarko, E., 2016, *Alat Pembersih Butiran Garam Secara Bertingkat*, Kementerian Hukum dan HAM RI, Sertifikat IDS0000015921.
- Utama. Rusda H, Oenzil F, Alioes Y, 2013, Hubungan kadar Ft4 dengan kejadian Tirotoksikosis berdasarkan penilaian indeks new eastle pada wanita dewasa di daerah ekses yodium. *Jurnal Kesehatan, Andalas*, 2013 2(2): 85-89.
- <http://www.bppp-tegal.eomlweblindex.phplartikell98-artikellartikel-pegaramanl201-pembuatan-garam-beryodium>.