



## JURNAL SEGARA

<http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara>

ISSN : 1907-0659

e-ISSN : 2461-1166

Nomor Akreditasi: 766/AU3/P2MI-LIPI/10/2016

### DESAIN DAN LAYOUT TAMBAK GARAM SEMI INTENSIF SKALA KECIL DI LAHAN TERBATAS

#### DESIGN AND LAYOUT OF SMALL-SCALE SEMI-INTENSIVE SALT PANS AT THE SMALL AREA

**Rikha Bramawanto**

Pusat Riset Kelautan

Badan Riset dan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan - KKP

Jl Pasir Putih 1 Ancol Timur Jakarta Telp : (021) 64711583, Fax : (021) 64711654

Diterima: 8 Februari 2017; Direvisi: 20 September 2017; Disetujui: 27 November 2017

#### ABSTRAK

Tambak garam rakyat di Indonesia pada umumnya dikelola dalam ukuran kecil, di Jawa Barat dan Pulau Madura hanya berkisar antara 0,3 sampai 1,7 hektar/orang dengan musim produksi hanya berkisar antara 3,5 - 4 bulan. Pola pengelolaan secara konvensional menjadi sebab belum optimalnya produksi garam rakyat, khususnya pada aspek kualitas. Hal tersebut membuat kehidupan petambak selama setahun belum dapat tercukupi, terutama untuk petambak garam sistem sewa atau bagi hasil. Petambak garam skala kecil membutuhkan solusi alternatif untuk meningkatkan produktivitasnya. Beberapa informasi eksisting seperti luas pengelolaan per orang dan produktivitas tambak, biaya produksi dan harga garam dijadikan dasar untuk menentukan target jumlah produksi dan kebutuhan luas lahan rasional sehingga dapat dibuat suatu desain dan layout tambak garam yang ideal dan ekonomis. Target penerimaan total minimal Rp 41.512.336,- dapat dicapai melalui produksi 100 ton garam per tahun. Berdasarkan perhitungan kesetimbangan massa air tua (*brine*), untuk memproduksi 100 ton garam dibutuhkan 5.000 m<sup>3</sup> air laut dan luas lahan sekitar 1 hektar dengan rasio *reservoir* : *condenser1* : *condenser2* : meja kristalisasi adalah 1 : 5 : 1.7 : 1.7. Luas tambak tersebut masih memungkinkan untuk 8 siklus produksi, yaitu 1 siklus awal dan 7 siklus masa pungut garam setiap 10 hari pada kondisi musim kemarau normal. Desain *layout* ini merupakan hasil perhitungan dan simulasi, namun masih perlu dilakukan penerapan dan pengujian pada skala percobaan maupun skala yang sesungguhnya untuk mengetahui efektifitas desain dan layout tambak garam semi intensif.

**Kata kunci** : desain, *layout*, tambak garam, semi intensif, skala kecil.

#### ABSTRACT

*Indonesian traditional saltworks are commonly small-scale, they range only between 0.3 to 1.7 acre per farmer in West Java and Madura Island with only 3.5 to 4 months of production time. The conventional way is considered as the reason that the salt productivity and quality of traditional saltworks are not optimum. The conventional way produces insufficient income for the salt farmers to support their subsistence cost for one year, particularly for salt farmers with land renting or sharing system. The small-scale salt farmers need an alternative solution for increasing their productivity. Some existing information such as the areal extent of each farmer's salt pan and its productivity, production costs and salt prices, were used as a base to determine the target of total production and the reasonable pan area required so that an ideal design and layout of salt pans which are efficient and cost-effective can be done. The targeted minimum total revenue of IDR 41,512,336,- can be reached by 100 tonnes of salt per year. Based on brine mass balance calculation, the production of 100 tonnes raw salts requires 500 m<sup>3</sup> salt water and one acre of salt pan with the ratio of the reservoir: condenser1: condenser2: crystallizer as 1 : 5 : 1.7 : 1.7. The areal extent of the salt pan makes it possible to do 8 cycles of raw salt production, which is 1 early cycle and 7 harvest cycle that could be harvested every 10 days in a normal dry season. This design layout was developed from calculation and simulation, and need to be implemented and tested both in experimental level and real-scale to find out the effectiveness of this semi-intensive salt pan design and layout.*

**Keywords**: design, *layout*, salt pan, semi-intensive, small-scale.

Corresponding author:

Jl. Pasir Putih II Ancol Timur, Jakarta Utara 14430. Email: bramawant@gmail.com

**PENDAHULUAN**

Tambak garam rakyat di Indonesia pada umumnya dikelola dalam ukuran kecil, sebagai contoh yang terdapat pada tambak garam di Kabupaten Sampang, Pamekasan, Sumenep di Pulau Madura dan Kabupaten Indramayu, Cirebon di Jawa Barat (Gambar 1). Gambar peta tersebut menunjukkan bahwa rata-rata pengelolaan lahan per Kecamatan pada lima Kabupaten di atas berkisar antara 0,3 sampai 1,7 hektar/orang. Pengelolaan tambak garam di Pulau Madura sangat bervariasi mulai dari 0,4 hingga 1,7 hektar/orang, sedangkan di Jawa Barat berada dalam kisaran yang lebih sempit yaitu 0,3 sampai 0,7 hektar/orang. Data yang dipublikasikan Kementerian kelautan dan Perikanan (KKP) (<http://statistik.kkp.go.id>) menunjukkan bahwa kuantitas produksi di sentra-sentra garam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan, namun kualitas garam masih dibawah Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk kebutuhan industri dan dalam kondisi sangat heterogen (Sekretariat Pugar, 2011; Sekretariat Pugar, 2012; Anonim, 2015; Bramawanto *et al.*, 2015).

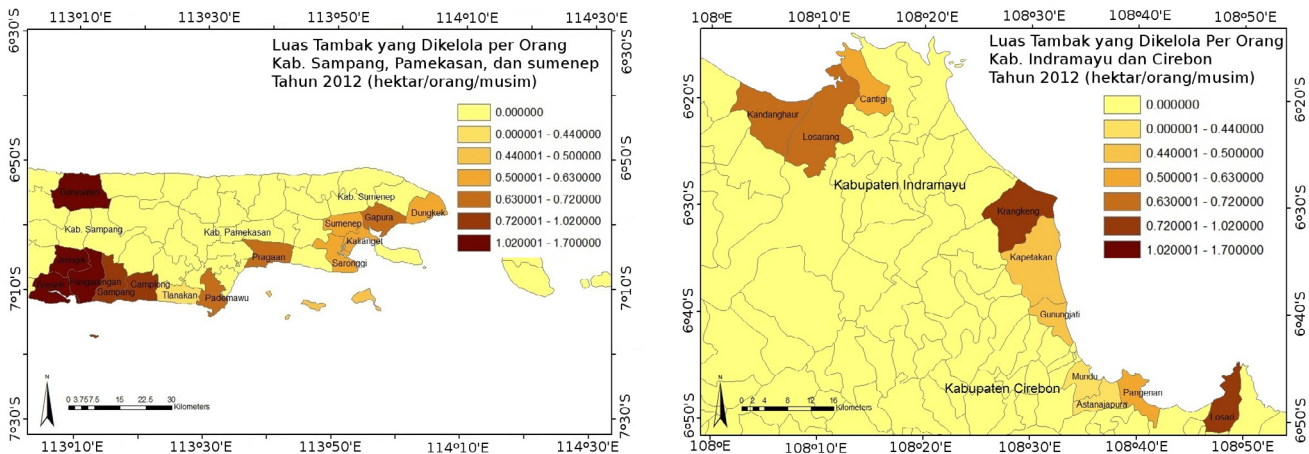
Belum ada kriteria yang pasti tentang skala luasan pengelolaan tambak garam. Sebagai perbandingan, yang disebut tambak skala kecil di India adalah yang berukuran di bawah 10 hektar, skala menengah dari 10 sampai 100 hektar. Mani *et al.* (2012) menyebutkan bahwa hampir seluruh tambak garam di Goa, India termasuk dalam kategori di bawah skala kecil karena luas lahannya kurang dari 4,04 hektar dan dimiliki oleh perorangan. Berdasarkan informasi tersebut maka sebagian besar tambak garam rakyat di Indonesia yang berukuran kurang dari 1 hektar dapat dikategorikan di bawah skala kecil. Seperti di India dan Indonesia, menurut Moinier (1999) produksi garam skala kecil di Mediterania pada umumnya menjadi salah satu penyebab kualitas garam berada dibawah standar yang berlaku, baik untuk kebutuhan aneka pangan maupun industri.

Masa produksi garam di Indonesia pada musim kemarau normal hanya berkisar antara 3,5 - 4 bulan ditambah masa persiapan 1 bulan yaitu sekitar Juni hingga Oktober (Kurniawan & Azizi, 2012). Biasanya pendapatan selama musim garam hanya dapat memenuhi kebutuhan selama 7 - 8 bulan, terutama untuk petambak garam sistem sewa atau bagi hasil. Pada umumnya petambak garam akan bekerja pada sektor lain ketika musim hujan (Wahyono *et al.*, 2012), adapun pemilik tambak akan mengalihfungsikan lahannya menjadi tambak bandeng atau udang sebagai upaya substitusi untuk memperoleh penghasilan selama tidak memproduksi garam. Ada pula yang melakukannya hanya untuk dikonsumsi sendiri. Bibit ikan/udang ditebarkan di tambak tanpa diberi pakan buatan, hanya mengandalkan lumut dan plankton yang berkembangbiak di dalam tambak (Dinas Kominfo Jatim, 2016). Pola pengelolaan yang konvensional juga menjadi sebab dari belum optimalnya produksi garam rakyat, terutama pada aspek kualitas (Rusiyanto *et al.*, 2013). Oleh karenanya dilakukan penelitian untuk membuat desain dan *layout* tambak garam semi intensif sebagai solusi alternatif bagi petambak garam skala kecil untuk meningkatkan produktivitasnya.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain dan layout tambak garam kecil yang didasarkan pada target produksi optimum untuk memperoleh pendapatan yang bisa memenuhi kebutuhan hidup selama satu tahun dan luas lahan rasional yang dibutuhkan untuk memenuhi target tersebut.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan *desk study* yang menghimpun beberapa data sekunder seperti produktivitas dan luas pengelolaan tambak garam per orang, biaya produksi dan harga garam. Beberapa informasi tersebut dijadikan dasar untuk menentukan



Sumber: Laporan program PUGAR Kementerian Kelautan dan Perikanan tingkat Kabupaten (data diolah)

Gambar 1. Peta pengelolaan tambak garam rakyat di Pulau Madura dan Propinsi Jawa Barat.

target produksi kebutuhan luas lahan rasional, sehingga dapat dibuat suatu desain dan *layout* tambak garam yang ideal dan ekonomis. Beberapa analisis dikombinasikan untuk menghasilkan desain-*layout* tambak garam semi intensif di lahan terbatas.

**Analisis pendapatan dan produksi garam**

Pekerjaan diawali dengan menghitung target pendapatan yang dapat memenuhi kebutuhan hidup selama satu tahun. Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2014 menargetkan pendapatan petambak garam Rp. 2.000.000,- per bulan dalam salah satu indikator kinerja utamanya, sebagaimana termuat dalam Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan 2014 (<http://roren.kkp.go.id>). Pendapatan (*income*) adalah penerimaan bersih yang merupakan selisih penerimaan total dengan semua biaya produksi total yang dikeluarkan (Boediono, 2002). Biaya total terdiri dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*) (Sudarman, 2001). Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan tanpa memperhatikan jumlah produksi, seperti: pajak/sewa tanah dan peralatan. Sedangkan biaya tidak tetap dipengaruhi oleh produksi yang dihasilkan seperti upah tenaga kerja, biaya bahan bakar, biaya sewa gudang dan biaya angkut. Penerimaan total (*total revenue*) merupakan penghasilan yang diharapkan setelah menjual hasil panen (Mubyarto, 1994). Hubungan penerimaan, pendapatan dan biaya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = TR - TC \dots\dots\dots (1)$$

$$TC = (TFC + TVC) \dots\dots\dots (2)$$

di mana,

- I = *Income*/ Pendapatan (Rp)
- TFC = *Total Fixed Cost*/Total biaya tetap (Rp)
- TR = *Total Revenue*/Penerimaan total (Rp)
- TVC = *Total Variable Cost*/Total biaya tidak tetap (Rp)
- TC = *Total Cost*/Biaya total (Rp)

Nilai *total revenue* menjadi dasar untuk menentukan target produksi garam. Target produksi dikalkulasi dalam skenario harga fluktuatif, yang diekspresikan dalam persamaan:

$$TR = P \times Q \dots\dots\dots (3)$$

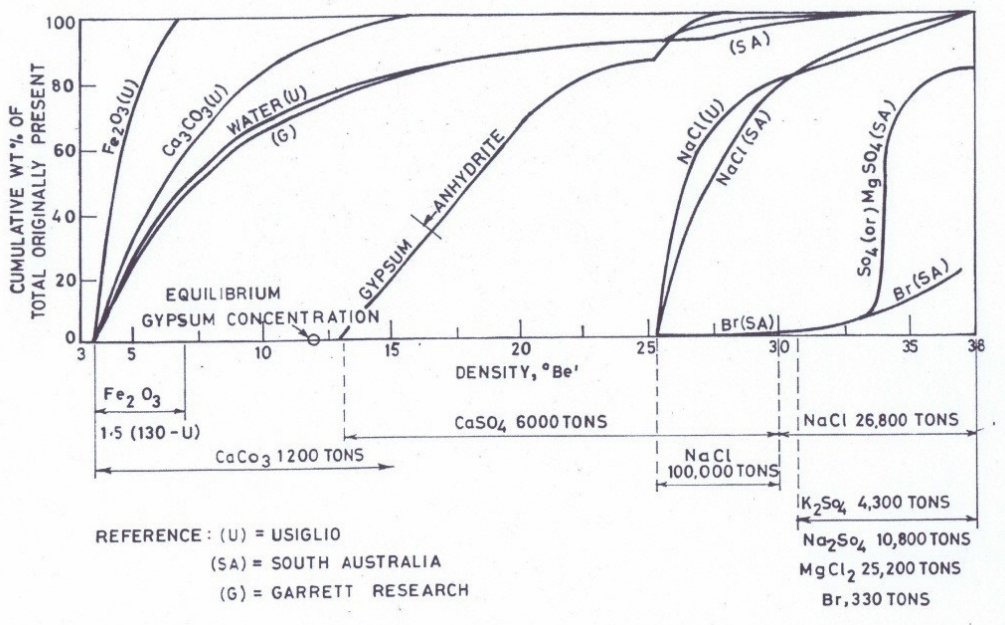
di mana,

- P = *Price*/Harga produk (Rp/ton)
- Q = *Quantity*/Jumlah produksi (ton)

Jumlah target produksi hasil perhitungan dipergunakan untuk menentukan kebutuhan air laut untuk bahan baku pembuatan garam dan luas lahan total untuk membentuk struktur lengkap tambak garam.

**Analisis Kebutuhan Luas Lahan dan Rasio Komponen Tambak**

Komponen utama tambak garam modern adalah *reservoir* (waduk/*bozeem*), *condenser* (peminihan) dan *crystalizer* (meja kristalisasi). Hal tersebut dapat didasarkan pada proses yang terjadi saat air laut diuapkan untuk mendapatkan garam. Mannar (1982) menguraikan hasil dari beberapa observasi



Sumber: Mannar (1982)

Gambar 2. Deposisi garam-garam selama proses penguapan air laut.

sebagaimana terlihat pada Gambar 2, bahwa selama proses penguapan air laut setidaknya terdapat empat fase berbeda. Fase pertama ketika terjadi pengendapan  $\text{CaCO}_3$  pada *densitas brine* (air tua) 3 °Be menjadi 13 °Be. Fase kedua,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mengendap pada 13 °Be sampai 16,4 °Be dan setelahnya mengendapkan anhidrat  $\text{CaSO}_4$  pada 16,4 °Be sampai 25,6 °Be. Fase ketiga, kristal NaCl terbentuk pada 25,6 °Be and 30 °Be. Fase terakhir ketika densitas lebih dari 30 °Be, tersisa bittern yang mengandung  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaSO}_4$ , dan beberapa senyawa lainnya. *Reservoir* menjadi tempat terjadinya awal fase pertama. *Condenser* merupakan tempat yang sangat memegang fungsi penting karena sebagian besar air akan dievaporasikan di sini, sehingga *condenser* dibagi menjadi dua bagian, yaitu *condenser* tahap I untuk menuntaskan fase pertama dan *condenser* tahap II sebagai tempat terjadinya fase kedua. Sedangkan *crystalizer* merupakan media terjadinya proses kristalisasi garam NaCl di fase ketiga.

Sudarsono dalam Merihati (2012) menyebutkan bahwa apabila 1 liter air laut dikristalkan total, maka akan diperoleh garam (campuran NaCl, MgCl, KCl,  $\text{CaSO}_2$  dan lain-lain) seberat 38,4511 gram setara dengan 1 ton garam berasal dari air laut sebanyak 27 m<sup>3</sup>. Sedangkan pada prakteknya dipeladangan garam untuk produksi 1 ton garam dibutuhkan air laut 50 m<sup>3</sup>. Kemudian ditentukan kebutuhan air laut sebagai bahan baku dan luas lahan berdasarkan target produksi yang rasional untuk dapat menghasilkan garam kualitas K1.

Kebutuhan lahan yang telah diketahui luasnya di bagi sesuai dengan rasio berdasarkan fungsi dari masing-masing komponen. Rasio komponen tambak ditentukan berdasarkan kuantitas *brine* menggunakan pendekatan kalkulasi kesetimbangan material pada saat proses evaporasi berlangsung. Perhitungan dibagi dalam dua tahap yaitu kesetimbangan massa *brine* dari 3,5 °Be menjadi 13 °Be dan 13 °Be menjadi 25 °Be (Parera, 2002). Jika kebutuhan *brine* untuk total produksi adalah M liter maka dapat dihitung volume air yang terevaporasi pada masing-masing tahap dengan persamaan sebagai berikut:

#### Evaporasi di Condenser 1 (3,5 °Be menjadi 13 °Be)

massa dari M liter *brine* 3,5 Be (1,025g/ml) =  
 massa dari (M - X) liter *brine* 13 Be (1,1 g/ml) + X

$$M \cdot 1,025 = ((M - X) \cdot 1,1) + X \quad \text{atau} \quad X = (M \cdot 1,025) - ((M - X) \cdot 1,1) \quad (4)$$

di mana,  
 X : air yang terevaporasi pada tahap 1 (liter)  
 M : *brine* awal yang dimasukkan ke *condenser* 1 (liter)

*Brine* yang dipindahkan dari *condenser* 1 ke *condenser* 2 adalah *brine* yang tersisa dari proses evaporasi di tahap pertama, yaitu:

$$N = M - X \quad (5)$$

#### Evaporasi di condenser 2 (13 °Be menjadi 25 °Be)

massa dari N liter *brine* 13 °Be (1,1 g/cc) =  
 massa dari (N - Y) liter *brine* 25 °Be + deposit *gypsum* + Y

$$N \cdot 1,1 = ((N - Y) \cdot 1,205) + G + Y \quad \text{atau} \quad Y = (N \cdot 1,1) - ((N - Y) \cdot 1,205) - G \quad (6)$$

di mana,  
 G : deposit *gypsum* (kg); sekitar 12,5 kg dari setiap 10.000 liter air laut  
 Y : air yang terevaporasi pada tahap 2 (liter)

Setelah terevaporasi dan mencapai densitas 25 °Be pada tahap ini, maka *brine* yang tersisa akan dimasukkan ke meja kristalisasi, yaitu:

$$O = N - Y \quad (7)$$

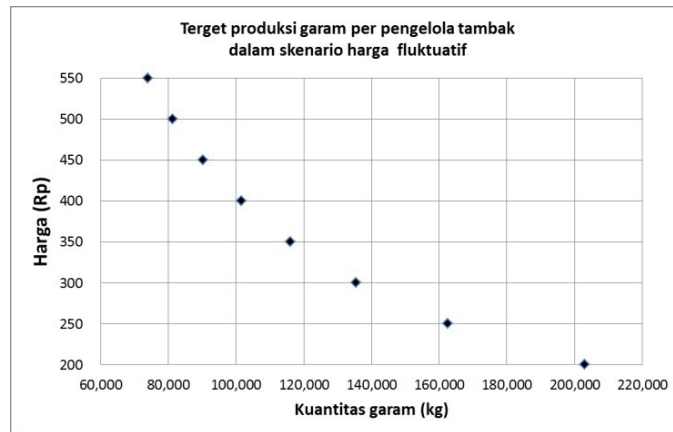
Rasio volume dari hasil perhitungan dan ketinggian air (berdasarkan kelaziman dilapangan dan literatur) di masing-masing tahap, dikonversi menjadi kebutuhan luas di *reservoir*, *condenser*, *crystalizer* serta pendukung lainnya seperti penampungan *brine*, pematang dan jalan produksi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Satu musim garam yang berlangsung sekitar 3 - 5 bulan diharapkan dapat mencukupi kehidupan petambak selama satu tahun. Dengan target pendapatan Rp 2.000.000,- per bulan maka pendapatan setahun minimal Rp 24.000.000,-. Analisis kelayakan usaha garam rakyat yang diambil dari hasil riset Amami

Tabel 1. Biaya Tetap dan tidak tetap produksi garam per hektar dalam satu musim

| Uraian      | Biaya Tetap |  | Biaya tidak tetap  |            |
|-------------|-------------|--|--------------------|------------|
|             | Nilai (Rp)  |  | Uraian             | Nilai (Rp) |
| Pajak Lahan | 13.884      |  | Biaya tenaga kerja | 10.012.978 |
|             |             |  | Biaya peralatan    | 901.931    |
|             |             |  | Upah mantong       | 6.583.543  |
| Jumlah      | 13.884      |  | Jumlah             | 17.498.452 |



Gambar 3. Target produksi garam setiap pengelola tambak dalam skenario harga fluktuatif.

& Ihsannudin (2016) menunjukkan bahwa total biaya produksi garam di tambak sebesar Rp 17.512.336,- (persamaan 2), terdiri pajak lahan sebagai biaya tetap dan biaya tenaga kerja, peralatan dan upah mantong sebagai biaya tidak tetap untuk pengelolaan per hektar tambak dalam satu musim (tabel 1). Dengan demikian target penerimaan total harus mencapai Rp 41.512.336,- (persamaan 1).

Harga garam di tingkat petani berkisar antara Rp 200,- sampai Rp 550,- per kilogram (Pranowo & Muhajir, 2015; Amelia, 2013). Apabila produktifitas tambak garam diasumsikan 100 ton/ha/musim, maka penerimaan total pengelola tambak berkisar antara Rp 20.000.000,- hingga Rp 55.000.000,- per musim. Sehingga untuk mencapai target penerimaan total maka harga ideal harus lebih dari Rp 400,- perkilogram (Gambar 3). Di Indramayu pada Tahun 2013, sebelum masa panen raya, harga garam mencapai Rp 400,- sampai Rp 700,- per kg. Ketika panen raya tiba, maka harga menurun drastis menjadi Rp 250,- sampai Rp 350,- (Amelia, 2013).

Jika target produksi garam per orang dalam satu musim adalah 100.000 kg atau 100 ton, dengan asumsi produktivitas tambak garam 100 ton/ha, maka satu orang setidaknya harus mengelola tambak seluas 1 hektar. Dengan kata lain, nilai ekonomis produksi garam krosok per musim dapat dicapai pada pengelolaan tambak seluas 1 hektar oleh satu orang pengelola, dibantu satu orang tenaga operasional, serta harga garam Rp 400,- per kilogram. Pada kondisi tersebut, pengelola sudah dapat menggaji dirinya untuk setahun, membayar upah pekerja dan mengeluarkan seluruh biaya produksi dengan hanya bekerja selama musim panen yang berlangsung 3,5 - 5 bulan. Jika harga garam dibawah Rp 400,- maka akan perlu upaya ekstra untuk meningkatkan kuantitas produksinya, dan biasanya berdampak pada rendahnya kualitas garam.

### Rasio Komponen Tambak berdasarkan kesetimbangan massa brine

Satu ton garam dihasilkan dari 50 m<sup>3</sup> setara 50.000 liter air laut (3,5 °Be) maka untuk menghasilkan 100 ton atau 100.000 kg garam dibutuhkan air laut sebanyak 5.000 m<sup>3</sup> atau 5.000.000 liter. Perhitungan kesetimbangan massa brine mulai dari awal dimasukkan (3,5 °Be) hingga siap dikristalisasi (25 °Be) dimanfaatkan untuk menentukan rasio komponen tambak berbasis volume. Perhitungan dibagi dalam dua tahap yaitu kesetimbangan massa brine dari 3,5 °Be menjadi 13 °Be dan 13 °Be menjadi 25 °Be, sebagai berikut:

a. Proses untuk mencapai kesetimbangan massa brine dari 3,5 °Be menjadi 13 °Be mengevaporasikan sekitar 75% H<sub>2</sub>O dari air laut dan menyisakan brine yang jenuh. Menggunakan persamaan (4) diketahui evaporasi di *condenser 1* sebesar:

$$\begin{aligned} 5.000.000 \times 1,025 &= (5.000.000 - X) \times 1,1 + X \\ 5.125.000 - X &= 5.500.000 - 1,1 X \\ 0,1 X &= 375.000 \\ X &= 3.750.000 \text{ liter} \end{aligned}$$

Menggunakan persamaan (5) dapat diketahui brine yang tersisa adalah 1.250.000 liter, kemudian dimasukkan ke dalam *condenser 2*,

b. Diketahui bahwa deposit gypsum terjadi pada densitas 13 - 25 °Be seberat kira-kira 12,5 kg dari setiap 10.000 liter air laut. Sehingga dari 5.000.000 liter air laut akan mendapatkan deposit seberat 6.250 kg. Menggunakan persamaan (6) diketahui evaporasi di *condenser 2* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 1.250.000 \times 1,1 &= (1.250.000 - Y) \times 1,205 + 6.250 + Y \\ 1.375.000 &= 1.506.250 - 1,205 Y + 6.250 + Y \\ 0,205 Y &= 137.500 \\ Y &= 670.732 \text{ liter} \end{aligned}$$

Menggunakan persamaan (7) dapat diketahui *brine* yang tersisa pada tahap ini adalah 579.268 liter, kemudian siap dimasukkan penampungan *brine*, kolam prekristalisasi atau langsung ke meja kristalisasi.

Setelah mengetahui volume kebutuhan *brine* dihitung luas lahan yang diperlukan dengan mempertimbangkan ketinggian air di kolam evaporator (*reservoir* dan *condenser*) dan meja kristalisasi. Secara umum rasio luas kolam-kolam yang dibutuhkan untuk membuat tambak garam yang terdiri dari *reservoir* : *condenser*1 : *condenser*2 : meja kristalisasi adalah 1 : 5 : 1,7 : 1,7 atau 11% : 53% : 18% : 18%. Sebagai perbandingan, beberapa rasio berbeda disampaikan oleh Pranowo & Muhajir (2015), Adiyoso *et al.* (2014), Baert *et al.* (2000) dan Moinier (1999) seperti termuat dalam Tabel 2. Perbedaan signifikan terlihat pada rasio *reservoir* dari hasil perhitungan/simulasi, karena pada desain ini fungsi *reservoir* hanyalah untuk penampungan awal dan mengendapkan material organik. Fungsi evaporasi yang seharusnya juga terjadi di *reservoir* diharapkan akan dikonsentrasikan pada kolam *condenser*1 dan *condenser*2 yang akan meningkatkan akselerasi kenaikan densitas air tuanya menggunakan saluran berseri, mengadopsi teknik ulir filter (TUF).

Tabel 3 menunjukkan bahwa setelah dilakukan penyesuaian rasio volume menjadi luas beberapa jenis kolam, dibutuhkan lahan seluas 53.392 m<sup>2</sup> atau sekitar 5 hektar untuk memproduksi 100 ton garam dalam satu kali siklus produksi. Jika lahan yang dimiliki adalah 1 hektar maka untuk memperoleh

100 ton garam harus dilakukan setidaknya 5 hingga 6 kali siklus produksi. Siklus awal yang berkaitan dengan proses peningkatan konsentrasi air laut menjadi *brine* membutuhkan waktu sekitar 35 sampai 40 hari. Siklus selanjutnya ditandai dengan masa panen yang dilakukan setiap 10 hari. Siklus produksi dilakukan secara berkesinambungan, artinya untuk melaksanakan suatu siklus tidak harus menunggu siklus sebelumnya selesai. Selama siklus berlangsung air laut terus-menerus dimasukkan kedalam tambak untuk dikonsentrasikan sehingga ketersediaan *brine* sampai musim berakhir dapat terpenuhi. Jika musim kemarau tanpa hujan berlangsung rata-rata 3,5 bulan atau sekitar 100 hari, maka masa produksinya dapat diatur menjadi 105 hari yang terdiri dari 35 hari siklus awal dan 10 hari x 7 kali (siklus masa pungut garam) atau setara dengan 8 siklus produksi.

### Desain Layout Tambak Garam Semi Intensif

Komposisi luas lahan pada yang termuat dalam tabel 3 dijadikan pedoman dalam menyusun desain layout. Pada desain ini *condenser* dilengkapi dengan penampungan *condenser*, tujuannya adalah untuk menjamin ketersediaan suplai bahan baku *brine*, sebagaimana terlihat pada gambar 4. Layout tambak garam semi intensif ini mengambil bentuk sederhana yaitu persegi panjang dengan ukuran panjang 125 meter dan lebar 80 meter (gambar 5), pengaplikasiannya dapat disesuaikan dengan kondisi sesungguhnya di lapangan. Peletakan susunan kolam-kolamnya juga dapat dirubah sesuai kebutuhan.

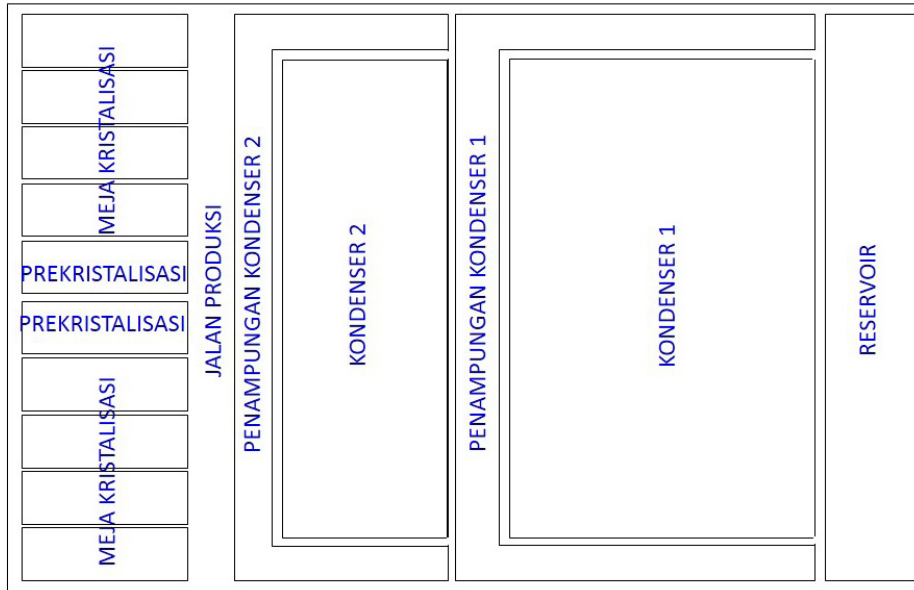
Tabel 2. Rasio luas kolam pada beberapa tambak garam dan hasil perhitungan/simulasi

| Lokasi/Simulasi      | Luas Tambak | Rasio |     |     |     |     | Sumber informasi         |
|----------------------|-------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                      |             | Rsv   | Cd1 | Cd2 | Cd3 | Cry |                          |
| Kab. Pati            | ± 1 ha      | 50    | 20  | 15  | -   | 15  | Pranowo & Muhajir (2015) |
| Kab. Lombok Timur    | 10,79 ha    | 55    | 30  | -   | -   | 15  | Adiyoso et al. (2014)    |
| Vietnam              | 2,5 ha      | 40    | 20  | 20  | -   | 20  | Baert et al. (2000)      |
| Mesir                | 970 ha      | 62    | 10  | 8   | 7   | 13  | Baert et al. (2000)      |
| Mediterranean basin  | 1 - 10 ha   | 30    | -   | -   | 10  | -   | Moinier (1999)           |
| Perhitungan/Simulasi | 1 ha        | 11    | 53  | 18  | -   | 18  | Studi ini                |

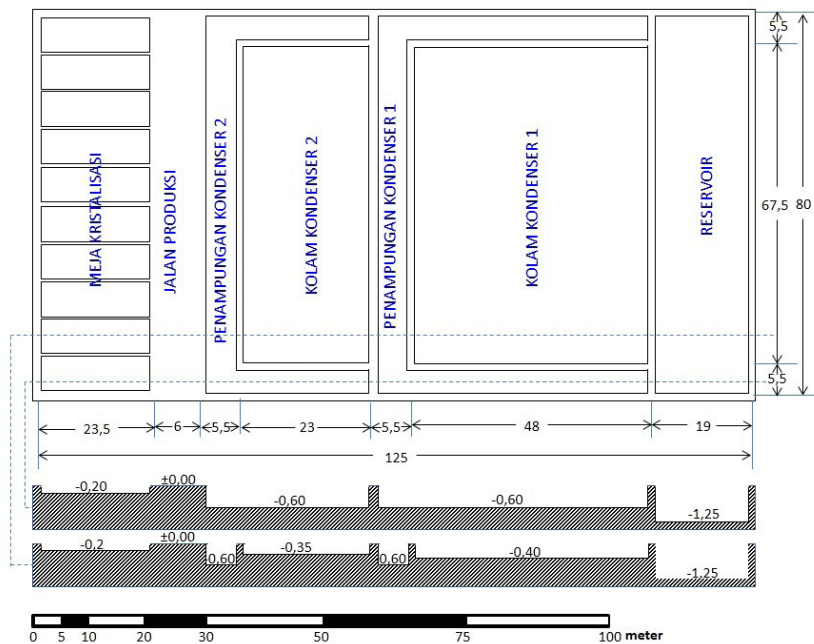
Keterangan: Rsv= *reservoir*      Cd= *condenser*      Cry= *crystalizer*

Tabel 3. Komposisi luas struktur tambak garam berdasarkan kesetimbangan massa *brine*

| Jenis kolam                              | Volume    |                | tinggi air (m) | luas komposisi lahan (m <sup>2</sup> ) | Kebutuhan luas satu siklus produksi (m <sup>2</sup> ) |
|--|-----------|----------------|----------------|--|---|
|  | liter     | m <sup>3</sup> |                |  |   |
| Reservoir                                | 5.000.000 | 5.000          | 1              | 5.000                                  | 1.000   |
| condenser 1                              | 5.000.000 | 5.000          | 0,20           | 25.000                                 | 5.000   |
| condenser 2                              | 1.250.000 | 1.250          | 0,15           | 8.333                                  | 1.667   |
| meja kristalisasi                        | 579.268   | 580            | 0,07           | 8.710                                  | 1.742   |
| Penampungan, pematang dan jalan produksi |           |                |                | 2.822                                  | 565   |
| luas total (m <sup>2</sup> )             |           |                |                | 53.392                                 | 9.973   |



Gambar 4. Komposisi struktur tambak hasil analisis kesetimbangan massa *brine*.

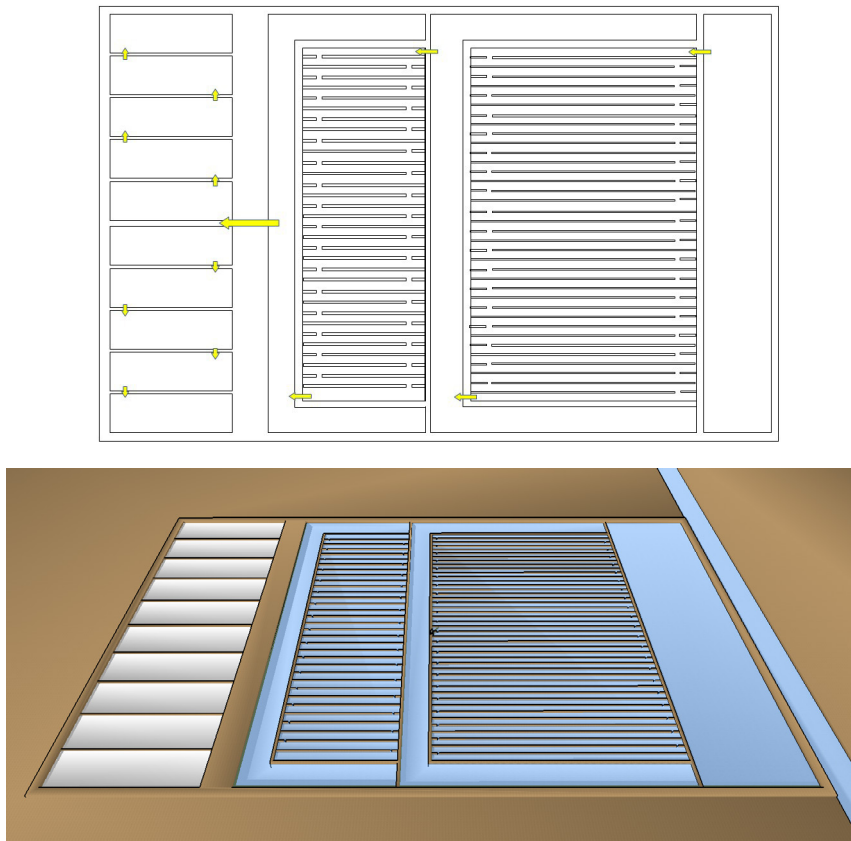


Gambar 5. *Layout* tambak garam semi intensif.

Ukuran kolam *reservoir* adalah 80 m x 19 m dengan kedalaman 125 cm. *Condenser1* terdiri dari *condenser* berukuran 69 m x 48 m dengan kedalaman 40 cm dan penampungan *condenser* berukuran 176 m x 5,5 m dengan kedalaman 60 cm. *Condenser2* terdiri dari *condenser* berukuran 69 m x 23 m dengan kedalaman 35 cm dan penampungan *condenser* berukuran 126 m x 5,5 m dengan kedalaman 60 cm. Sedangkan meja kristalisasi dibagi menjadi 10 petakan dengan ukuran masing-masing 23,5 m x 7,5 m dengan

kedalaman 20 cm. Dua petakan diantaranya dijadikan kolam prekristalisasi.

Desain *layout* ini mengadopsi konsep saluran berseri atau ulir dari teknologi ulir filter (TUF) pada *condenser* (gambar 6). Hal ini dilakukan untuk meningkatkan performa penguapan *brine* di *condenser*, sehingga diharapkan sistem aliran *brine* dapat bekerja secara optimal dan tidak terjadi kekurangan *brine* pada saat puncak musim panen garam.



Gambar 6. Kombinasi struktur tambak hasil analisis dan sistem ulir.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan desain dan layout tambak garam kecil di lahan terbatas yang ideal, didasarkan pada target produksi optimum untuk memperoleh pendapatan yang bisa memenuhi kebutuhan hidup selama satu tahun, luas lahan rasional yang dibutuhkan dan lama waktu produksi untuk memenuhi target tersebut. Untuk mencapai target pendapatan Rp 24.000.000,- dan total biaya Rp 17.512.336,- maka penerimaan total setidaknya harus sebesar Rp 41.512.336,-. Target tersebut dapat dicapai melalui produksi 100 ton garam permusim. Berdasarkan perhitungan kesetimbangan massa *brine* untuk memproduksi 100 ton garam dibutuhkan 5.000 m<sup>3</sup> air laut dan lahan seluas sekitar 1 hektar dengan rasio *reservoir* : *condenser* 1 : *condenser* 2 : meja kristalisasi adalah 1 : 5 : 1,7 : 1,7. Setidaknya harus dilakukan 5 - 6 siklus produksi untuk mendapatkan 100 ton garam. Ketika musim kemarau tanpa hujan berlangsung sekitar 100 hari, maka masa produksinya dapat diatur menjadi 8 siklus produksi, terdiri dari satu siklus awal selama 35 hari dan 7 siklus masa pungut masing-masing 10 hari. Desain *layout* ini merupakan hasil perhitungan dan simulasi, masih perlu dilakukan penerapan pada skala percobaan maupun skala yang sesungguhnya untuk mengetahui efektifitasnya.

## PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih saya sampaikan atas dukungan seluruh kolega, khususnya di Kelompok Penelitian Sumber Daya Air Laut dan Garam serta Pimpinan di Pusat Riset Kelautan Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Terima kasih juga disampaikan kepada jajaran Redaksi, Desain Grafis dan Bebestari Jurnal Segara dengan dimuatnya manuskrip ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoso, R., Darmawan, R., Kadir, A. & Nugroho, H. (2014). Perencanaan Sistem Jaringan Tambak Garam di Pemongkong Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. Vol. 3 (1): 11-23.
- Anonim. (2015). Koordinasi Pembahasan Kebutuhan Garam Industri Aneka Pangan dan Tim Swasembada Garam Nasional. Presentasi. Deputi Bidang Koordinasi Pangan dan Sumber Daya Hayati. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian RI. Jakarta, 09 April 2015
- Amami, D. & Ihsannudin. (2016). Efisiensi Faktor-Faktor Produksi Garam Rakyat. *Media Trend* Vol. 11 (2): 166-174.



- Amelia, R. (2013). Analisis Pendapatan Usaha Garam Rakyat Berdasarkan Status Lahan dan Penggunaan Zat Aditif (Studi Kasus: Desa Santing, Kecamatan Losarang, Kabupaten Indramayu). Skripsi. Departemen Ekonomi Sumber Daya dan Lingkungan Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor. 135 halaman.
- Baert, P., Bosteels T. & Sorgeloos, P. (2000). Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture : 4.5. Pond Production. FAO Corporate Document Repository. Laboratory of Aquaculture & Artemia Reference Center University of Gent, Belgium
- Bramawanto, R., Sagala, S. L., Suhelmi, I. R. & H. Triwibowo. (2015). Kajian Pengelolaan Tambak Garam Rakyat Terpadu. Buku seri Pengetahuan Sumber Daya Laut dan Pesisir No.1. Cetakan 1, Desember 2015. P3SDLP Balitbang KP. Halaman 1-19. [www.pusriskel.litbang.kkp.go.id](http://www.pusriskel.litbang.kkp.go.id).
- Boediono. (2002). Ekonomi Mikro Seri Sinopsis: Pengantar Ilmu Ekonomi No.1. BPFE, Yogyakarta.
- Dinas Kominfo Jatim. (2016). Petani Garam Manfaatkan Lahannya Sebagai Tambak Udang. <http://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/petani-garam-manfaatkan-lahannya-sebagai-tambak-udang>. Diunduh tanggal 18 Januari 2017.
- Kurniawan, T. & Azizi, A. (2012). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Petani Tambak Garam di Kabupaten Sampang dan Sumenep. *Jurnal Masyarakat & Budaya*, Vol. 14 (3): 499-517.
- Mannar, M.G.V. (1982). Guidelines for The Establishment of Solar Salt Facilities from Sea Water, Underground Brines & Salted Lakes. United Nation Industrial Development Organization (UNIDO). 105p.
- Mani K., Salgaonkar, B.B., Das, D. & Bragança J. M. (2012). Community Solar Salt Production in Goa, India. *Aquatic Biosystems* 2012, 8:30 <http://www.aquaticbiosystems.org/content/8/1/30>. Downloaded: Desember 2016.
- Merihati. (2012). Pengaruh Bakteri Halofilik Terhadap Kemurnian NaCl Garam Rakyat Guna Penerapan Green Industry Di Industri Berbasis Garam Rakyat. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* Vol. 2 (1): 59-66.
- Moinier, B. (1999). The Appropriate Size of Saltworks to Meet Environmental and Production Requirements. In Post Conference Symposium proceeding saltworks: Preserving Saline Coastal Ecosystem. Pp 49-65.
- Mubyarto. (1994). Pengantar Ekonomi Pertanian, Edisi Ketiga, PT. Pustaka LP3ES, Jakarta.
- Parera, S.A.S. (2002). A Scientific Analysis of The Process of Manufacture of Salt (NaCl) and Byproducts from Sea Water Using Solar Energy. Lecture. Department of Chemical and Process Engineering, University of Moratuwa Sri Lanka. Pp 120-124.
- Pranowo, S.A. & Muhajir. (2015). Dukungan Klinik Iptek Mina Bisnis (KIMBis) pada Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR) Di Kabupaten Pati. *Buletin Ilmiah "MARINA" Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan* Vol. 1 (1): 19-28.
- Rusiyanto, Soesilowati, E. & Jumaeri. (2013). Penguatan Industri Garam Nasional Melalui Perbaikan Teknologi Budidaya dan Diversifikasi Produk. *Jurnal Sain dan Teknologi*. Vol. 11 (2): 129-142.
- Sekretariat Pugar. (2011). Laporan Akhir Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR) Tahun 2011. Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir, dan Pulau-Pulau Kecil Kementerian Kelautan dan Perikanan. 68 halaman.
- Sekretariat Pugar. (2012). Laporan Akhir Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR) Tahun 2012. Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir, dan Pulau-Pulau Kecil Kementerian Kelautan dan Perikanan. 49 halaman.
- Sudarman. (2001). Teori Ekonomi Mikro I. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka, Jakarta.
- Wahyono, A., Imron, M., Nadzir, I. & Haryani, N.S. (2012). Kerentanan Penambak Garam Akibat Perubahan Musim Hujan di Desa Randutatah, Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Masyarakat & Budaya*, Vol. 14 (3): 519-539
- <http://statistik.kkp.go.id/sidatik-dev/Berita/Analisis%20Produksi%20Garam%20Indonesia.pdf>. Diunduh tanggal 20 Januari 2017.
- [http://roren.kkp.go.id/arsip/c/95/LAPORAN-KINERJA-KEMENTERIAN-KELAUTAN-DAN-PERIKANAN-2014/?category\\_id=3](http://roren.kkp.go.id/arsip/c/95/LAPORAN-KINERJA-KEMENTERIAN-KELAUTAN-DAN-PERIKANAN-2014/?category_id=3). Diunduh tanggal 18 November 2016.

