

PERANCANGAN SISTEM MODEL SCALE ALAT PENCEGAH BERCAMPURNYA AIR HUJAN DENGAN AIR LAUT MENGGUNAKAN SISTEM KONTROL OTOMATIS SENSOR SUHU GUNA MENJAGA KESTABILAN PRODUKSI GARAM PADA MUSIM HUJAN

Mashuri, Hanifah Zaizafun Losu, Hendro Nurhadi, Muhammad Lukman Hakim, Bambang Sampurno

Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

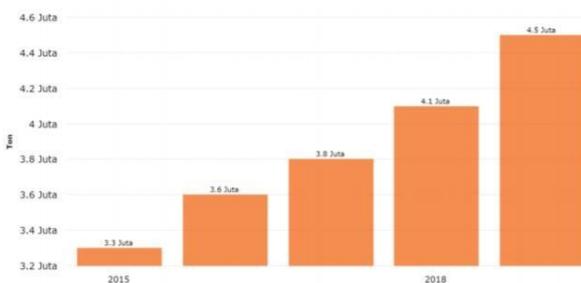
Email: mashuri@its.ac.id, hanilosu19@gmail.com, hdnurhadi@me.its.ac.id, lukman@its.ac.id, bsampurno@me.its.ac.id

Abstrak - Perubahan iklim yang cukup ekstrem menyebabkan intensitas curah hujan menjadi tinggi di Indonesia akibatnya produksi garam rakyat turun drastis. Catatan data Kementerian Kelautan dan Perikanan menerangkan bahwa produksi garam rakyat pada 2016 hanya 188 ribu ton menurun dari tahun sebelumnya 2,9 juta ton. Desa Pengarengan ialah salah satu penyumbang garam tertinggi di Indonesia. Petambak garam di Desa Pengarengan, Kabupaten Sampang umumnya menggunakan teknologi evaporasi bertingkat sehingga butuh waktu 10-12 hari untuk menjadi garam. Oleh karena itu dibuat perancangan sistem model scale alat pencegah bercampurnya air hujan dengan air laut dengan menggunakan sistem kontrol otomatis sensor suhu guna menjaga produksi garam pada musim hujan. Dalam perancangan alat, terdapat beberapa komponen utama, diantaranya arduino, sensor suhu, LCD, motor servo, dan SD card module. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa atap pada model scale alat dibuat miring agar air hujan yang mengenai atap turun ke bawah tanah dan ketahanan atap agar berlangsung lama. Hasil perbandingan garam yang dihasilkan menggunakan sistem model scale alat yang dirancang lebih baik dari metode konvensional. Parameter uji kualitas garam berdasarkan standar SNI 01-3556-2000. Garam yang diproses menggunakan model scale alat diperoleh kadar NaCl 94,086% dan kadar air 4,73%. Sedangkan garam dengan metode konvensional diperoleh kadar NaCl 88,644% dan kadar air 8,909%. Garam yang dihasilkan oleh model scale alat adalah 170g. Sedangkan garam yang dihasilkan tanpa alat hanya diperoleh 150g. Untuk tingkat putih garam, garam dengan penguapan menggunakan alat mempunyai tingkat putih 86% lebih baik daripada garam tanpa menggunakan alat yaitu 80%.

Kata Kunci: Evaporasi, sensor, model scale

PENDAHULUAN

Tahun 2012 menjadi catatan penting bagi sejarah garam rakyat Indonesia. Pada tahun tersebut produksi garam Indonesia lebih dari 2,1 juta ton. Suatu capaian yang telah mengangkat Indonesia sebagai negara Swasembada Garam Konsumsi dan hampir 30 persen produksi tersebut disumbangkan oleh Pulau Madura. Hasil Panen garam di 4 kabupaten Madura mencapai lebih 643.743 ton. (BPPKP, 2013)



Gambar 1. 1 Target Produksi Garam Rakyat 2015-2019 (Katadata, 2016)

Data Kementerian Kelautan dan Perikanan menargetkan pada 2016 dapat memproduksi garam rakyat 3,6 juta ton dibandingkan dengan target tahun sebelumnya meningkat, yakni 3,3 juta ton.

Permintaan garam konsumsi maupun garam industri meningkat setiap tahunnya. Kebutuhan garam industri saat ini kurang lebih 1,16 juta ton per tahun dan belum dapat diproduksi di dalam negeri sehingga masih mengandalkan impor. (databoks, 2016)

Perubahan iklim yang cukup ekstrem menyebabkan intensitas curah hujan menjadi tinggi di Indonesia akibatnya produksi garam rakyat turun drastis. Catatan data Kementerian Kelautan dan Perikanan menerangkan bahwa produksi garam rakyat pada 2016 hanya 188 ribu ton menurun dari tahun sebelumnya 2,9 juta ton. Penurunan produksi garam nasional disebabkan oleh produksi garam di sentra pembuatan garam berkurang drastis. Produksi garam rakyat di Sampang menurun drastis 98 persen dari tahun sebelumnya 399 ribu ton menjadi 7000 ton. (databoks, 2017)

Proses Produksi garam yang dilakukan oleh masyarakat masih bersifat tradisional, sehingga memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap iklim atau cuaca (Azizi et.al., 2011). Petani garam yang masih tradisional masih menggunakan teknologi evaporasi bertingkat pada tambaknya, yaitu dengan cara mengalirkan garam ke beberapa kolam untuk ditingkatkan salinitasnya (kandungan

garamnya), sehingga dihasilkan butiran garam. Untuk menghasilkan garam, evaporasi tersebut harus dilakukan secara berkesinambungan selama kurang lebih 7 hingga 10 hari.

Secara teknis, cuaca yang dibutuhkan untuk produksi garam adalah: (1) Evaporasi/ penguapan tinggi (rata-rata > 650 mm/tahun); (2) Kecepatan dan arah angin diatas 5 m/detik; (3) Suhu udara lebih besar dari 320 C; (4) Penyinaran matahari 100%; (5) Kelembaban udara kurang dari 50% H; (6) Curah hujan rendah (antara 1.000-1.300 mm/tahun atau dibawah 100 mm/bulan); dan (7) Musim kemarau panjang, kering tanpa diselingi hari hujan minimal 140 hari (14 dekade) (KP3K, 2011a,b). Kondisi cuaca tersebut harus terpenuhi karena jika tidak, maka garam tidak dapat dihasilkan.

Berdasarkan data pengukuran 10 tahun terakhir yang diperoleh dari beberapa kecamatan di Kabupaten Sampang dan diukur dengan metode interpolasi, dapat diketahui bahwa sebaran curah hujan di Kabupaten Sampang paling sedikit 889,9 mm / tahun, dan tertinggi 1.707,99 mm / tahun. tahun (BMKG, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Sampang sangat cocok untuk produksi garam. Namun, jika cuaca tidak menentu, perubahan cuaca tersebut dapat menyebabkan petani garam menunda produksi atau menghentikan produksi untuk sementara.

Perubahan cuaca seperti hujan dan suhu lingkungan dapat mempengaruhi jalannya produksi garam karena tidak terjadi penguapan akibat kurang intensitas panas matahari pada proses kristalisasi air garam. (Tri Kobery J., et al., 2017) Menurut Adi et al., (2012), faktor penghambat produksi garam karena air hujan dapat membuat kristal garam kembali menjadi air garam pada proses kristalisasi. Suhu lingkungan ketika hendak hujan turun sekitar 25°C. Pembuatan garam dengan metode penguapan air laut berkaitan dengan suhu udara yang mempengaruhi proses terjadinya kristalisasi garam. Suhu udara yang tinggi dapat mempercepat penguapan air, sehingga proses kristalisasi juga semakin cepat.

ketidakpastian musim serta tingginya curah hujan membuat produksi garam rakyat cukup fluktuatif, yang akan berdampak terhadap perubahan kuantitas produksi, kualitas produksi, dan perubahan kesejahteraan petambak garam. Maka penulis tertarik untuk merancang sistem model scale alat pencegah bercampurnya air hujan dengan air laut guna menjaga kestabilan produksi

garam pada musim hujan dengan menggunakan sistem kontrol otomatis sensor suhu. Dengan menggunakan alat ini, petani garam mampu menghasilkan garam selama satu tahun penuh tanpa khawatir kristal garam dalam proses pembuatan garam akan hancur terkena air hujan. Dalam perancangan alat, terdapat beberapa komponen utama, diantaranya arduino, raindrop sensor, sensor suhu, LCD, motor servo, dan SD *card module*. Perancangan alat ini berdasarkan hasil survey lahan dan wawancara kepada para petani tambak garam rakyat di desa Pangarengan, Sampang.

METODOLOGI

A. Study Literatur

Sebelum melakukan perancangan alat diperlukan studi literatur yang berkaitan dengan pembuatan alat hingga proses pengujiannya. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, laporan penelitian, dan media masa lainnya.

B. Observasi

Tahap ini dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap kondisi lapangan tambak garam dan proses produksi garam di Desa Pangarengan, Kabupaten Sampang, Madura pada tanggal 29 Juni 2019. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi tambak yang sebenarnya dan praktek yang dilakukan para petani tambak garam. Kami mengambil data dengan mewawancarai narasumber yaitu para petani garam salah satunya dengan bapak Muzakki serta mengamati langsung proses dan sistem kerja pada tambak garam tersebut. Desa Pangarengan, Sampang, dipilih sebagai lokasi survei tambak garam karena daerah tersebut adalah penghasil garam rakyat terbesar di Pulau Madura. Dari hasil pengamatan dan referensi literatur diperoleh rancangan alat sistem model scale yang dapat membantu para petani tambak garam untuk menanggulangi masalah yang terjadi pada saat turun hujan guna menjaga kualitas garam karena pada saat hujan, air laut tidak terkena air hujan.

C. Pemilihan Bahan

Bahan yang digunakan untuk merancang *assembly* alat pencegah bercampurnya air hujan dengan air garam menggunakan metode *solar still* ini menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 2 mm. Untuk ukuran-ukuran pada *assembly* alat akan dilampirkan pada lampiran. Bahan untuk Rangkaian

Komponen Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Arduino Uno
2. Sensor suhu DS18B20
3. Modul SD Card
4. Servo TowerPro MG995
5. LCD

D. Perancangan Alat

Setelah konsep yang sesuai telah dipilih, gambar dari perancangan digunakan sebagai acuan dalam perakitan prototype alat pencegah bercampurnya air hujan dengan air garam dalam proses pengkristalisasi garam dengan memperhatikan fungsi dan kerja peralatan.

1. Rangkaian Arduino dengan Sensor Suhu DS18B20

Langkah pertama untuk melakukan pengujian dan pengambilan data arduino uno R3 adalah merangkai sirkuit kelistrikan dari sensor suhu DS18B20 dengan *microcontroller* rduino Uno R3 dengan baik dan benar.

Sensor suhu DS18B20 memiliki tiga buah pin dimana masing-masing pin terdiri dari Vcc, Data, dan Ground. Pin Vcc dihubungkan pada terminal 5v arduino Uno R3, dimana pin Vcc berfungsi sebagai input sumber tegangan (terminal +) yang ditunjukkan pada gambar diatas dengan kabel berwarna merah. Kabel berwarna hitam pada gambar diatas menghubungkan antara ground *waterproof DS18B20 temperature sensor* dengan ground arduino uno R3. Pin Data dihubungkan pada terminal digital pin nomor 4 (sesuai dengan code) pada arduino uni R3 yang ditunjukkan dengan kabel berwarna kuning. Resistor 4.7kΩ berfungsi sebagai resistor *pull-up*. Resistor *pull-up* digunakan untuk mencegah nilai *float* pada kondisi *high* dengan menambahkan sebuah resistor pada jalur sumber tegangan secara paralel dengan jalur *input* ke *microcontroller*.

2. Rangkaian Arduino dengan LCD

Merupakan rangkaian Arduino dengan LCD yang dilengkapi dengan Modul I²C, bentuk modul komunikasi 4 kabel I²C pada LCD. Berikut ini keterangan kabel untuk modul I²C:

- Hitam : Ground
- Merah : 5V
- Putih : Analog pin 4

- Kuning : Analog pin 5

3. Rangkaian Arduino dengan servo TowerPro MG995

Motor servo yang digunakan adalah servo TowerPro MG995, kabel warna merah yang merupakan kabel power yang berfungsi untuk dihubungkan dengan tegangan 5V pada *board* Arduino. Kabel yang berwarna coklat/hitam merupakan kabel *ground* yang dihubungkan dengan *ground* yang ada pada Arduino. Kabel kuning yang merupakan kabel pin *signal* servo dihubungkan dengan pin 9 pada *board* Arduino.

4. Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20

Kalibrasi hasil pembacaan sensor berfungsi untuk mengetahui nilai kesalahan pembacaan sensor suhu DS18B20. Pengkalibrasian dilakukan dengan alat ukur yang telah ada yaitu menggunakan 2 alat ukur dengan alat ukur Thermo 300 dan dengan alat ukur termometer air raksa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sistem Model Scale Alat

Model *scale* alat dirancang dengan skala 1 : 200, dimana ukuran alat adalah 0,4 x 0,2 m dengan ketebalan akrilik 2 mm. Akrilik merupakan plastik yang bentuknya menyerupai kaca. namun, akrilik mempunyai sifat-sifat yang membuatnya lebih unggul dibandingkan dengan kaca. Salah satu perbedaannya adalah kelenturan yang dimiliki oleh akrilik.

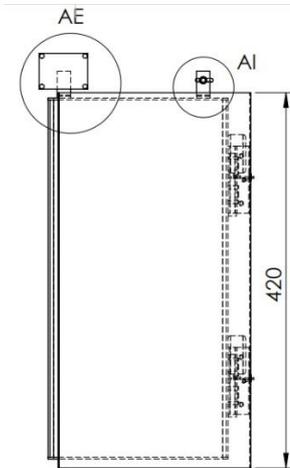
Akrilik mempunyai kelebihan yaitu bahan yang tidak mudah pecah, ringan, dan juga mudah dipotong, dikikir, di bor, dihaluskan, dll. Akrilik dapat dibentuk secara thermal menjadi berbagai bentuk yang rumit. Selain anti pecah dan tahan terhadap cuaca, akrilik juga tidak akan mengkerut atau berubah warna meskipun terkena paparan sinar matahari dalam jangka waktu yang lama.

Atap dari sistem model *scale* ini dibuat miring agar air hujan yang mengenai atap turun ke bawah tanah. Selain itu, kemiringan atap juga membawa manfaat bagi ketahanan atap agar berlangsung lama dan lebih mudah dalam pemasangan serta perawatan dari atap.

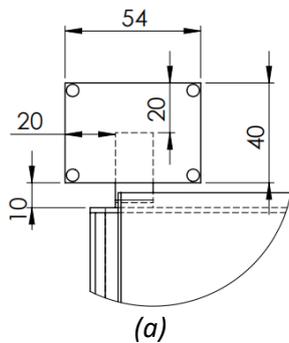
2. Detail Assembly Drawing Sistem Model Scale Alat

Detail *drawing* sistem model *scale* alat adalah gambar teknik khusus yang menyediakan informasi

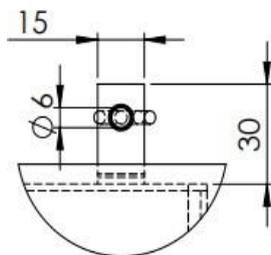
yang diperlukan untuk membuat bagian atau perancangan dari sistem model *scale* alat. Semua bagian alat digambarkan sesuai dengan posisi gambarnya disertai keterangan dimensi yang lengkap. Berikut merupakan detail *assembly drawing* sistem model *scale* alat yang dirancang:



Gambar 1. 2 Gambar Tampak Atas

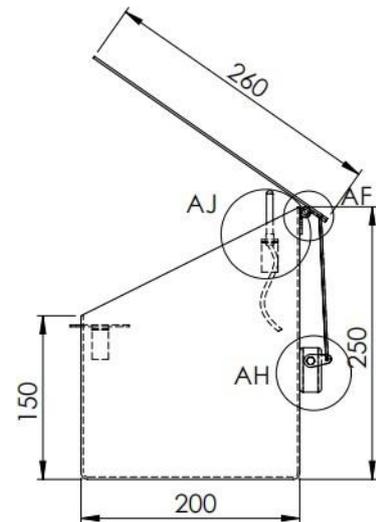


(a)

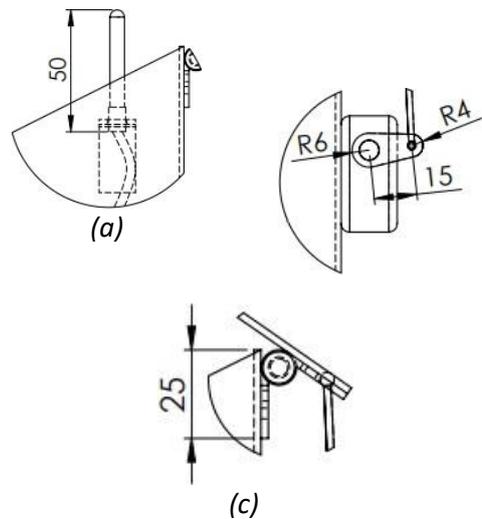


(b)

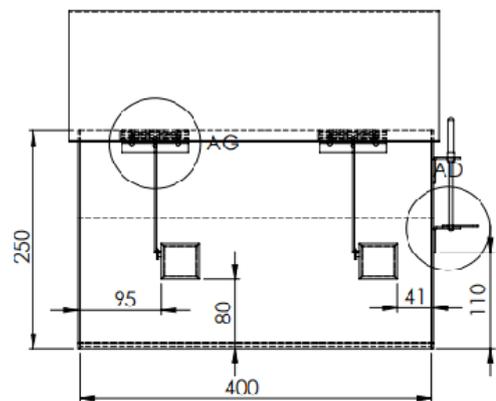
Gambar 1. 3 (a) Detail AE skala 1 : 2
(b) Detail AI skala 1 : 2



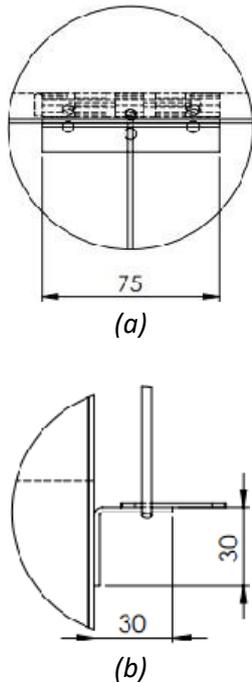
Gambar 1. 4 Gambar Tampak Samping



Gambar 1. 5 (a) Detail AJ skala 1 : 2 (b) Detail AH skala 1 : 2 (c) Detail AF skala 1 : 2



Gambar 1. 6 Gambar Tampak Belakang



Gambar 1. 7 (a) Detail AG skala 1 : 2 (b) Detail AD skala 1 : 2

3. Perbandingan Garam yang Dihasilkan Menggunakan Metode Konvensional dengan Menggunakan Model Scale Alat yang Dirancang

Garam 500 ml yang telah diuapkan selama 6 hari dengan menggunakan 2 tempat yaitu 20 cm x 40 cm. Garam A diuapkan menggunakan sistem model *scale* alat yang dirancang, sedangkan garam diuapkan menggunakan metode konvensional (tanpa pelindung lahan garam). Pemberian hujan buatan dilakukan dengan menuangkan air 200 ml, dimana Garam B dibiarkan terbuka selama dilakukan pengujian.



Gambar 1. 8 7 (a) Proses pembuatan garam dengan lahan yang berbeda (b) Garam yang telah diuapkan selama 6 hari

Untuk mengetahui kualitas produk garam yang diperoleh dilakukan analisis kualitas garam. Parameter yang digunakan pada analisis kualitas ini adalah kadar NaCl dan kadar air berdasarkan standar

SNI 01-3556-2000.

Dalam pengujian kadar air dan kadar NaCl garam dilakukan di Lab Teknologi Air dan Konsultasi Industri Lt. 2 Departemen Teknik Kimia ITS. Dalam pengujian kadar air garam ini menggunakan oven untuk menguapkan air yang ada pada garam. Suhu yang digunakan dalam pengovenan ini adalah 105°C. Sedangkan untuk pengujian NaCl pada garam menggunakan zat uji dengan titran AgNO₃. Berikut tabel uji garam berdasarkan standar SNI:

Tabel 1. 1 Parameter uji garam berdasarkan standar SNI 01-3556-2000

Senyawa	Kadar
Natrium klorida (NaCl)	Minimal 94,7 %
Air	Maksimal 5 %
Lodium sebagai KIO_3	30-80 mg/Kg
Kalsium Magnesium	1,0 %
Sulfat (SO_4^{2-})	2,0 %
Bagian tak larut dalam air	0,5 %
Cemaran logam timbal (Pb)	Maksimal 10,0 mg/Kg
Cemaran logam tembaga (Cu)	Maksimal 10,0 mg/Kg
Cemaran logam raksa (Hg)	Maksimal 0,1 mg/Kg
Oksida besi (Fe_2O_3)	Maksimal 100 mg/Kg
Kaliumferrosianida ($K_4Fe(CN)_6$)	Maksimal 5,0 mg/Kg
Cemaran logam AS	Maksimal 0,5 mg/Kg
Rasa	Asin

Warna	Putih
Bau	Normal
pH	~7

Berikut ini merupakan hasil perbandingan garam yang dihasilkan menggunakan metode konvensional dengan model *scale* alat yang dirancang. Dengan garam A yang dilakukan proses penguapan menggunakan alat, sedang garam B yang dilakukan proses penguapan secara konvensional.

Tabel 1. 2 pulHasil Perbandingan Garam

Parameter	Satuan	Hasil Analisa Garam	
		A	B
Netto	g	170	150
Kadar Air	%	4,73	8,909
Kadar Nacl	%	94,086	88,644
Tingkat Putih Garam	%	85	80

Berdasarkan hasil perbandingan garam di atas dapat diketahui bahwa setelah dilakukan 5 hari penguapan dalam proses pembuatan garam, garam A diperoleh netto garam sebanyak 210,989 g, sedangkan garam B diperoleh 100,137 g dalam satu kali penguapan. Dimana garam A diuapkan dengan menggunakan sistem model *scale* alat yang telah dirancang, sementara garam B dibiarkan menguap di tempat terbuka. Oleh karena itu, ketika dilakukan tes pengujian hujan buatan, garam B banyak mendapat hujan yang menyebabkan terganggunya proses kristalisasi garam.

Hasil pengujian kadar air pada garam diperoleh 4,58% kadar air yang terdapat pada garam A, sedangkan pada garam B diperoleh 6,86. Maka dapat disimpulkan bahwa garam A masuk dalam kriteria garam SNI. Hasil pengujian kadar NaCl pada garam A diperoleh 94,086%, sedangkan pada garam B diperoleh 88,644%. Maka dapat disimpulkan bahwa garam A masuk dalam kriteria garam SNI.

Pada pengujian ini diketahui, pembuatan garam dari dua jenis garam berbedamempunyai durasi waktu yang berbeda, yaitu menggunakan alat 6 hari, artinya proses kristalisasi garam

menggunakan waktu

Untuk durasi waktu 10 hari menghasilkan kristal garam, sedangkan untuk durasi waktu 7 hari menggunakan alat konvensional. Jadi, alat konvensional membutuhkan waktu lebih lama dari pada alat pada penelitian ini atau dengan kata lain, proses kristalisasi untuk sekali panen, alat penelitian ternyata paling cepat, kemudian baru alat konvensional.

Hasil yang ditunjukkan di paragraf atas tidak terlepas dari pengaruh dari yaitu suhu udara, kelembaban, intensitas cahaya, suhu air dan pH air. Widayat (2009) dalam Aisyah (2013) menyatakan, bahwa proses pembuatan garam dengan metode penguapan air laut dengan memanfaatkan energi sinar matahari dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

- a. Kecepatan penguapan, berkaitan dengan banyaknya garam yang diperoleh.
- b. Konsentrasi air laut, berkaitan dengan jumlah garam yang terlarut.

Kecepatan penguapan untuk pembuatan garam dengan metode penguapan air laut berkaitan dengan suhu udara yang terjadi selama penelitian dilakukan. Suhu udara mempengaruhi proses terjadinya kristalisasi garam. Suhu udara yang tinggi mempercepat penguapan air, sehingga proses kristalisasi juga semakin cepat.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Scale* yang digunakan untuk membuat alat pencegah bercampurnya air hujan dengan air laut dalam proses pembuatan garam menggunakan sistem kontrol otomatis sensor suhu ialah *scale* 1 : 200 dengan tebal akrilik 2 mm.
2. Rancangan komponen sistem model *scale* alat pencegah bercampurnya air hujan dengan air laut dalam proses pembuatan garam dirancang dengan
3. Hasil perbandingan garam yang dihasilkan menggunakan sistem model *scale* alat yang dirancang lebih baik daripada metode konvensional. Parameter uji kualitas garam tertera berdasarkan standar SNI 01- 3556-2000. Garam yang diproses menggunakan model *scale*

alat diperoleh kadar NaCl 94,086% dan kadar air 4,73%. Sedangkan garam dengan metode konvensional diperoleh kadar NaCl 88,644% dan kadar air 8,909%. Garam yang dihasilkan oleh model scale alat adalah 170g. Sedangkan garam yang dihasilkan tanpa alat hanya diperoleh 150g.

Saran

Dari kesimpulan yang telah ditulis di atas maka saya selaku penulis memiliki saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Gunakan alat ukur yang memiliki ketelitian yang sama dan memiliki tipe yang sama.
2. Sebelum melakukan penelitian dan pengujian mengenai garam lebih dipelajari terlebih dahulu mengenai faktor-faktor yang dapat mengoptimalkan proses pembuatan garam baik dari segi temperatur penjemuran, air bahan baku (air laut), spesifikasi komponen pada alat, serta faktor yang mempengaruhi hasil pembuatan garam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Z. A., & Susandini, A. (2018). Media Produksi (Geomembrane) Dapat Meningkatkan Kualitas Dan Harga Jual Garam (Study Kasus : Ladang Garam Milik Rakyat Di Wilayah Madura). *Eco-Entrepreneurship*, 3(2), 21-36.
- Achmadi, D. 2013. Kajian Pengembangan Sentra Tambak Garam Rakyat di Kawasan Pesisir Selatan Kabupaten Sampang Provinsi Jawa Timur [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Aisyah, S. 2013. Kandungan NaCl dan H₂O pada Media Penyimpanan Berbeda Garam Rakyat [skripsi]. Bangkalan (ID): Universitas Trunojoyo Madura.
- Arwiyah, Zainuri, M., & Efendy, M. (2015). Studi Kandungan NaCl di dalam Air Baku dan Garam yang Dihasilkan serta Produktivitas Lahan Garam Menggunakan Media Meja Garam yang Berbeda, *Jurnal Kelautan Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura*, 8 (1),
- Aybar, H. S. (2015). Review of Desalination by Solar Still, *Mediterrania Timur University, G. Magosa, KKTC, Mersin 10 Turki*, 207-214.
- bppp.kemendag.go.id (2007, Agustus). Isi BRIK Garam. Dikutip 25 Mei 2019 dari Kemendag: http://bppp.kemendag.go.id/media_content/2017/08/Isi_BRIK_Garam.pdf Malang (ID): Universitas Brawijaya Malang.
- Puriswilnon 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, Jakarta.
- pusriskel.litbang.kkp.go.id (2013, Agustus). Proses Pembuatan Garam. Dikutip 12 Juni 2019 dari Kementerian Kelautan dan Perikanan:
- Feriska, A., & Triyanto, D. (2017). Rancang Bangun Pwnjwmur dan Pengereng Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, 5(2), 67-76.
- Hadi, W. P., & Ahied, M. (2017). Kajian Ilmiah Proses Produksi Garam Di Madura Sebagai Sumber Belajar Kimia, *Jurnal Pembelajaran Kimia OJS Universitas Malang*, 2(2), 1-8.
- Ismail1, N. R., & Hermawan D. (2012). Pengaruh Solar Distillation Bertingkat terhadap Produktifitas Air Tawar Dan Kualitas Garam, *PROTON*, 4 (1), 33 – 38.
- Ismail N. R. 2006. Studi Eksperimen Pengaruh Jenis dan Jarak Dinding Kondensasi terhadap Efisiensi dan Produktifitas Solar Still [tesis]. Universitas Brawijaya Malang.
- Puriswilnon 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, Jakarta.
- pusriskel.litbang.kkp.go.id (2013, Agustus). Proses Pembuatan Garam. Dikutip 12 Juni 2019 dari Kementerian Kelautan dan Perikanan:
- Rusiyanto, Soesilowati, E., & Jumaery. (2013). Penguatan Industri Garam Nasional Melalui Perbaikan Teknologi Budidaya Dan Diversifikasi Produk, *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, 11.
-