

PEMBUATAN PURWARUPA PRODUKSI GARAM MENGGUNAKAN PEMANAS ELEKTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

CREATING SALT PRODUCTION PROTOTYPE USING INTERNET OF THINGS BASED ELECTRICAL HEATER

Raka Mughni Jatnika¹, Ir. Ahmad Tri Hanuranto, M.T.², Dr. Doan Perdana, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹rakamughni@telkomuniversity.ac.id, ²athanuranto@telkomuniversity.co.id,

³doanperdana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelangkaan garam di Indonesia adalah produksi garam yang masih tradisional yaitu masih sangat mengandalkan cahaya matahari. Hal ini sangat mempengaruhi kuantitas dan kualitas garam Indonesia karena cuaca Indonesia yang sangat tidak menentu. Penelitian ini menyajikan metode untuk menggantikan peranan sinar matahari dengan *Internet of Things* (IoT) yang dapat menyalakan pemanas elektrik berdasarkan suhu yang dideteksi oleh sensor suhu. Terdapat tiga bagian utama dalam purwarupa yaitu rangkaian yang menghubungkan modul NodeMCU ESP8266, sensor DS18B20 dan DHT22, pemanas elektrik, dan perangkat keras lainnya, kemudian Firebase yang berfungsi sebagai *cloud database* yang akan menyimpan data dari rangkaian dan yang terakhir Aplikasi Android yang dibuat di Android Studio untuk memudahkan kegiatan pemantauan produksi garam. Cara kerja otomatisasi pemanas elektrik yaitu ketika suhu < 32°C maka pemanas elektrik akan menyala dan ketika suhu > 65°C maka pemanas elektrik akan otomatis mati. Hasil yang didapatkan dari percobaan purwarupa membuat produksi garam tidak bergantung pada sinar matahari, tetapi dampaknya harga garam yang dihasilkan dari purwarupa lebih mahal dibanding harga garam yang dipuat petani tradisional dan juga diperlukan waktu yang lebih lama mengingat perbedaan besar ukuran penampang garam purwarupa dan tambak petani garam. *Quality of Service* (QoS) yang didapatkan adalah rata-rata *delay* sebesar 0.13763 detik, hasil *throughput* yaitu 19256.3 kbits/s, dan hasil *packet loss* nol yang menunjukkan sangat bagus. Sedangkan hasil rata-rata *jitter* adalah 0.17191 detik yang dikategorikan bagus.

Kata kunci : Garam, IoT, Matahari

Abstract

One of the factors affecting salt scarcity in Indonesia is that traditional salt production still relies heavily on sunlight. This is very influential on the quantity and quality of Indonesian salt because the influence of Indonesia's climate is very uncertain. This research presents a method to help the role of sunlight with the Internet of Things (IoT) which can activate the heater based on temperatures detected by temperature sensors. There are three main parts in the prototype, which are a circuit that connects NodeMCU ESP8266 module, DS18B20 and DHT22 sensors, electrical heater, and other hardware then Firebase as the cloud database that will store data gathered from the circuit and finally Android Application made in Android Studio to monitor the salt production. The procedure of electrical heater automation is when the temperature is < 32°C, the heater will turn on, and when the temperature hits > 65°C the heater will automatically turn off. The result obtained from the prototype experiment is that the salt production did not depend on sunlight, but the impact was the price of the salt produced from the prototype was more expensive than the price of salt that was produced by traditional farmers. The time for the production also took longer considering a big difference in the size of the prototype's container and the size of the salt farm ponds. *Quality of Service* (QoS) obtained are the average of delay was 0.13763 seconds, throughput was 19256.3 kbits/s, and packet loss was zero, which mean excellent. On the other hand, the result of the average of jitter was 0.17191 seconds and can be categorized as good.

Keywords: Salt, IoT, Sun

1. Pendahuluan

Garam adalah suatu zat berbentuk kristal yang merupakan hasil dari evaporasi air laut, untuk mendapatkan garam petani harus menjemur air laut di bawah sinar matahari hingga

mengalami evaporasi. Fungsi yang dimiliki garam sangat penting untuk keberlangsungan hidup manusia seperti natrium, magnesium, seng, dan mineral-mineral lainnya. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang ke dua di dunia dengan panjang 99093 km. Hal itu tidak membuat Indonesia menjadi produsen garam terbesar di dunia, faktanya hanya 26024 hektare pantai yang bisa dijadikan lokasi tambak garam [2]. Karena lokasi tambak garam sangat dipengaruhi oleh air laut dan tanah lokasi. Sehingga, hingga tahun 2018, Indonesia masih harus mengimpor garam dengan kuota 3,7 juta ton [3] untuk menanggulangi kelangkaan garam di beberapa daerah.

Kebutuhan impor garam disebabkan oleh beberapa faktor, yang pertama, faktor kualitas. Spesifikasi garam dalam negeri belum bisa memenuhi standar garam industri yakni kandungan Natrium Clorida (NaCl) minimal 97% sedangkan di tingkat petani garam kadar NaCl yang dihasilkan umumnya dibawah 94% [3]. Kedua, faktor harga yaitu biaya produksi per unit garam di Indonesia amat tinggi. Hal itu dipicu oleh metode produksi tradisional dan penggunaan lahan musiman [4]. Ketiga, faktor cuaca adalah penyebab utama kurangnya produksi garam nasional karena produksi yang masih mengandalkan sinar matahari sedangkan anomali cuaca sering terjadi saat musim kemarau, dan juga kelembapan di Indonesia bisa mencapai 80% yang menyebabkan penguapan manual di tambak garam berjalan lambat. Ditambah lagi Indonesia diambang krisis petani khususnya generasi muda, sedangkan produksi garam dibutuhkan tanah yang luas dan tenaga kerja yang banyak.

Sampai saat ini sudah ada beberapa inovasi yang dibuat untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi garam. Pertama Hadani dkk [5] yang sudah menganalisa pengaruh temperatur, kelembaban, intensitas cahaya, lama penyinaran, dan konsentrasi larutan terhadap penguapan air garam. Tetapi penelitian tersebut tidak memiliki wadah untuk memantau perkembangan yang terjadi terhadap produksi garam secara *mobile*. Pada [6] oleh Annisa, produksi garam sudah dapat dipantau dengan IoT. Pemantauan terjadi pada tabung pemanas yang telah dilengkapi oleh pemanas elektrik yang selalu menyala. Akibatnya, daya listrik yang dipakai akan lebih besar maka biaya yang dipakai akan lebih besar juga.

Dalam tugas akhir ini, kemudahan bertani garam akan direalisasikan dengan menggunakan monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) dan juga dipakainya pemanas elektrik yang digunakan untuk menggantikan peran sinar matahari. Monitoring produksi meliputi pengamatan pada suhu ruangan yang akan terintegrasi dengan penggunaan pemanas elektrik.

2. Dasar Teori

2.1 Metode Pembuatan Garam

Pada dasarnya untuk membuat garam secara tradisional menggunakan metode penguapan dengan sinar matahari yang dilakukan di tambak-tambak. memiliki tahapan sebagai berikut:

a) Mengalirkan Air Laut Ke Tambak

Tempat ini digunakan untuk menampung air laut yang nantinya akan diuapkan, air laut akan dialirkan ke tambak ini sampai tambak terisi penuh dengan air laut.

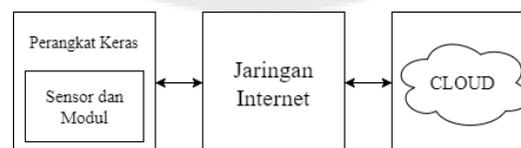
b) Menjemur Di Bawah Terik Matahari

Air laut yang sudah terkumpul pada tambak akan dijemur dibawah terik matahari agar air laut bisa menguap dan menyisakan butiran-butiran kristal yang akan menjadi garam.

c) Proses Pemanenan

Penguapan air laut yang menyisakan kristal sudah dapat dipanen, dengan cara mengeruk kristal garam yang mengendap di dasar tambak.

2.2 Internet Of Things (IoT)



Gambar 1. Konsep IoT.

Konsep IoT cukup sederhana yaitu memiliki 3 elemen utama, yang pertama adalah perangkat keras yang didalamnya termasuk sensor dan modul, yang kedua jaringan internet sebagai *gateway* untuk mengkoneksikan dan mengirimkan data, dan yang terakhir adalah *Cloud* sebagai tempat tersimpannya data.

2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah *board* elektronik berbasis chip dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga memiliki koneksi internet (wifi).

2.4 Sensor Suhu DHT22

Sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara yang digunakan yaitu sensor DHT22. Sensor suhu DHT22 adalah sensor kapasitif rendah yang menghasilkan sinyal bus digital bus tunggal [11]. Merupakan sensor pengukur suhu dan kelembaban relatif dengan keluaran berupa sinyal digital serta memiliki 4 pin yang terdiri dari *power supply*, sinyal data, *null*, dan *ground* [12].

2.5 Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 memiliki kemampuan tahan terhadap air dan memiliki batas maksimal 125 derajat celsius. sehingga cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang basah atau mengukur suhu pada air.

2.6 Pemanas Elektrik Chromalox Arus Listrik DC

Pemanas Chromalox atau terkadang disebut Furnace adalah peralatan yang berguna untuk memanaskan temperatur suatu material. Pemanas ini terbuat dari metal (*metal housing*) yang dilapisi *refractory* pada bagian dalamnya agar isolasi panas sehingga panas tidak terbuang keluar.

2.7 Relay

Relay adalah komponen elektromagnetikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu *coil* dan seperangkat kontak saklar/*switch*.

2.8 Firebase (FMC)

FCM didirikan oleh Andrew Lee dan James Tamplin pada tahun 2011 dan diluncurkan dengan *cloud database* secara *realtime* ditahun 2012. Memiliki sejumlah produk untuk pengembangan aplikasi Web maupun Mobile, Produk utama dari FCM adalah database yang menyediakan API untuk memungkinkan pengembangan menyimpan dan mensinkronisasi data lewat multipel client.

2.9 Android Studio

Android Studio adalah pengembangan aplikasi Android dan bersifat open source atau gratis. Peluncuran Android Studio ini diumumkan oleh Google pada 16 mei 2013 pada event Google I/O *Conference* untuk tahun 2013.

2.10 Parameter Quality of Service (QoS)

Parameter-parameter QoS dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. *Delay* adalah selisih waktu tunda pada suatu jaringan. Kualitas layanan dipengaruhi oleh *delay* karena waktu tunda yang dapat menyebabkan suatu lamanya waktu suatu paket untuk mencapai tujuan. Kategori baik tidaknya suatu *delay* dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Latensi *Delay*.

KATEGORI	BESAR DELAY
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Kurang Bagus	300 ms s/d 450 ms
Sangat Jelek	> 450 ms

Tabel 2. Kategori Degradasi *Jitter*.

KATEGORI	PUNCAK JITTER
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 ms s/d 75 ms
Kurang Bagus	76 ms s/d 125 ms
Sangat Jelek	126 ms s/d 225 ms

2. *Jitter*

Jitter, yang merupakan variasi dari *delay*, adalah selang waktu kedatangan antar paket di terminal tujuan. *Jitter* terjadi karena adanya kongesti, ketidakurutan paket, kurangnya kapasitas jaringan, ataupun adanya variasi ukuran paket. *Jitter* menyebabkan informasi menjadi rusak karena *sampling* di penerima menjadi tidak tepat sasaran. Kategori baik tidaknya suatu *jitter* dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 3. Kategori Degradasi *Throughput*.

KATEGORI	THROUGHPUT
Sangat Bagus	> 1200 Kbps
Bagus	700 – 1200 Kbps
Kurang Bagus	338 – 700 Kbps
Sangat Jelek	0 – 338 Kbps

Tabel 4. Kategori Degradasi *Packet Loss*.

KATEGORI	PACKET LOSS
Sangat Bagus	0
Bagus	3%
Kurang Bagus	15%
Sangat Jelek	25%

3. Throughput

Throughput adalah kecepatan transfer data yang diukur dalam satuan *bit per second* (bps). *Throughput* merupakan jumlah paket yang sukses sampai pada tujuan selama selang waktu tertentu. Kategori baik tidaknya suatu *throughput* dapat dilihat di Tabel 3.

4. Packet Loss

Packet Loss merupakan suatu kondisi dimana paket yang dikirim tidak diterima secara menyeluruh atau hilang. Packet Loss disebabkan oleh paket yang corrupt, kegagalan perangkat keras, ataupun terjadinya penurunan sinyal di jaringan. Kategori baik tidaknya jumlah packet loss dapat dilihat dalam Tabel 4.

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain IoT

Gambar 2 adalah rancangan purwarupa IoT pada tugas akhir ini. Pertama ada *things* atau disini merupakan perangkat keras yang terdiri dari sensor-sensor dan NodeMCU ESP8266 sebagai modul. Modul akan mengumpulkan data-data yang dideteksi sensor dan akan mengirimkan ke *cloud* database sebagai tempat penyimpanan data. *Cloud* yang dimaksudkan disini adalah Firebase. Firebase akan menyimpan data secara *realtime* dimana jika terjadi perubahan data di sisi sensor, maka data di Firebase akan terganti juga. Aplikasi Android yang dibuat pada Android Studio merupakan sebuah antarmuka untuk kenyamanan pemantauan produksi garam untuk pengguna. Aplikasi dibuat karena untuk mengakses Firebase harus menggunakan browser menuju website Firebase, karena itu, untuk kemudahan pemantauan produksi garam, pengguna cukup membuka aplikasi yang sudah terhubung dengan data realtime Firebase dan me-*refresh* aplikasi untuk memperbarui data *realtime* terbaru.



Gambar 2. Desain IoT.

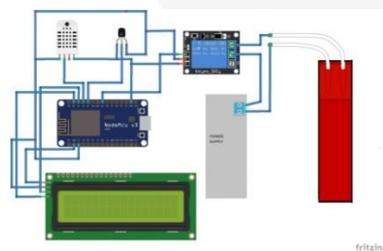


Gambar 3. Diagram Blok.

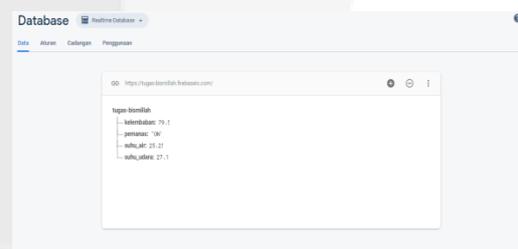
3.1 Diagram Blok

3.2 Rangkaian

Rangkaian yang digunakan terdapat beberapa sensor dan alat, diantaranya Sensor DHT22, Sensor DS18B20 dan Sensor Water Level. Kemudian alat yang digunakan yaitu Power Supply, pemanas elektrik, LCD, NodeMCU ESP8266 dan Relay. Sensor dan alat tersebut membuat pemanas elektrik menyala otomatis ketika suhu berubah.



Gambar 4. Rangkaian.



Gambar 5. Firebase.

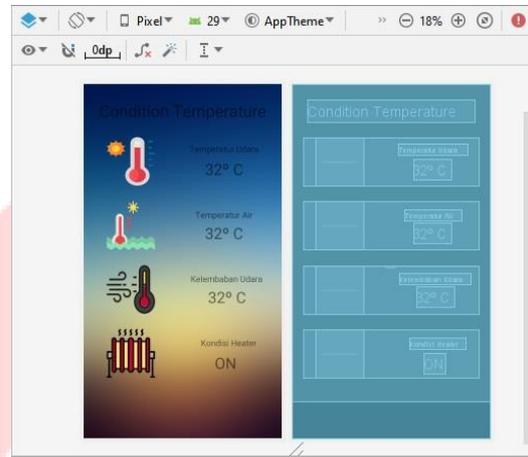
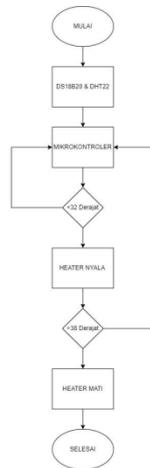
3.3 Firebase

Firebase adalah cloud yang dapat diakses melalui website untuk menampilkan data yang dikirimkan oleh rangkaian, memiliki kelebihan bisa menerima data secara *realtime* sehingga mempermudah pengguna untuk melakukan monitoring dari jarak jauh. Data yang dikirimkan ke Firebase yaitu suhu air, suhu ruangan dan kelembaban ruangan.

3.4 Android Studio

Aplikasi digunakan untuk monitoring secara realtime, dengan syarat user harus menginstall terlebih dahulu dari android studio ke perangkat seluler. Pada aplikasi dapat dimonitoring, Suhu Air, Suhu Ruangan, Kelembaban dan Relay.

3.5 Flowchart



Gambar 6. Flowchart.

Gambar 7. Android Studio

Pada Gambar 6 merupakan diagram alir perancangan sistem yang diawali dengan pemanas elektrik berbasis IoT akan diimplementasikan pada meja garam yang sudah terisi dengan air Laut. Pemanas elektrik akan terkoneksi dengan sensor DHT 22 dan DS18B20, sehingga ketika suhu $< 32^{\circ}\text{C}$, pemanas elektrik akan menyala dengan otomatis dan ketika suhu mencapai $> 65^{\circ}\text{C}$, pemanas elektrik akan mati secara otomatis. Hal ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi daya pemanas elektrik yang besar.

3.6 Desain Perangkat Keras

No	Nama Perangkat	Sepesifikasi
1	NodeMCU ESP8266	Board Size: 57mm x 30mm Voltage: 3.3V - 5V GPIO: 13 Pin PWM channel: 10 channels 10bit ADC pin: 1 Pin
2	DHT22	Supply Voltage: 5V. Range Pengukuran Suhu : $-40 - 80^{\circ}\text{C}$ / resolution 0.1°C / error $< \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ Range Pengukuran Kelembapan : 0-100% RH / resolution $0.1\% \text{RH}$ / error $\pm 2\% \text{RH}$. Waktu pemindaian 2 detik. Ukuran : 15.1mm x 25mm x 7.7mm.
3	DS18B20	Power Supply Range: 3.0V ke 5.5V. Adjustable Resolusi: 9 - 12. Rentang Suhu Operasional: -55°C sampai $+ 125^{\circ}\text{C}$. Output utama: Red (VCC), Black (GND), Kuning (DATA) Panjang kabel: 100 cm. Ukuran Tube Stainless Steel: $6 \times 45\text{mm}$.
4	Relay	Supply Voltage : 5V
5	Power Supply	Switch-Mode Power Supply (SMPS) 12V
6	Water Level Sensor	Maksimal bisa membaca ketinggian air 7cm.
7	Pemanas elektrik	Pemanas Chromalox maksimal 100°C

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras

3.6 Perangkat Lunak

1. Android IDE
Arduino Ide digunakan untuk memprogram data-data yang didapat dari sensor dan dikumpulkan di NodeMCU kemudian akan diteruskan untuk disimpan di *cloud database* Firebase.
2. Firebase
Firebase digunakan sebagai *Cloud Server* yang dapat mengirimkan data secara *realtime*. Website Firebase akan selalu terbaru jika adanya perubahan data pada sensor. Database ini juga digunakan sebagai basis data untuk aplikasi Android.
3. Android Studio
Android Studio ini digunakan untuk merancang aplikasi untuk menampilkan hasil ukur dari alat DHT22, sensor DS18B20 dan pemanas elektrik. Desain dari purwarupa produksi garam terdiri dari keterangan termperatur udara, temperatur air, kelembaban udara, dan juga mati nyalanya pemanas elektrik.

3.7 Kuantitas Hasil Produksi Garam

Dalam percobaan ini, sampel air laut yang dipakai adalah 50 ml, 100ml dan 150 ml. Umumnya untuk 50 ml air laut menghasilkan 2gr garam, 100 ml air laut menghasilkan 3 gr garam dan untuk 150 ml air laut menghasilkan 6 gr garam. Analisis yang dilakukan untuk percobaan 1-5 terdapat hasil yang berbeda beda, diduga karena proses pengerukan yang kurang merata dalam penampang, sehingga ada yang lebih sedikit. Semakin sedikit air laut yang dipakai maka semakin sulit dalam proses pengerukan kristal garamnya.

3.8 Perbandingan Waktu Air Laut Menjadi Garam

Untuk melakukan produksi garam dibutuhkan waktu untuk melakukan evaporasi air laut sampai menjadi kristal garam. Waktu yang dibutuhkan produksi garam tradisional disaat musim kemarau, membutuhkan waktu sepuluh hari untuk menghasilkan 400 kg dengan catatan luas tambak 12 x 50 m dengan ketinggian kurang lebih 1 meter. Sedangkan jika dibandingkan dengan produksi garam menggunakan pemanas elektrik dalam waktu sepuluh hari menghasilkan 464,5 gram. Jika dibandingkan dengan produksi garam tradisional saat musim kemarau dengan luas tambak 12 x 50 m, hasilnya berbeda 399.535 gram perbandingan yang sangat jauh. Tetapi jika musim kemarau telah berakhir maka cara produksi garam tradisional tidak dapat dilakukan sama sekali. Menggunakan pemanas elektrik masih tetap berguna jika musim penghujan telah tiba, sehingga tetap bisa menjalankan produksi garam.

3.9 Perbandingan Biaya Produksi Garam

Hasil percobaan ini untuk menghitung konsumsi daya yang digunakan oleh pemanas elektrik, sehingga bisa mengetahui harga yang dihasilkan setiap kali melakukan produksi garam dengan purwarupa ini. Harga listrik menggunakan harga golongan subsidi 900 VA. Dari percobaan yang telah dilakukan diketahui harga dari penggunaan pemanas elektrik sebesar Rp 106.48/jam dan untuk waktu 93 menit menghasilkan tiga gram garam. Maka membutuhkan 334 kali untuk membuat garam menjadi 1 kg, sehingga 93 x 334 dan hasilnya 31.062 menit, yang berarti 21 hari, sehingga harga yang dibutuhkan adalah Rp 53.424. Sedangkan harga per kg dari petani garam yaitu Rp 605. Dari percobaan tersebut dapat disimpulkan harga garam dari petani garam tradisional lebih murah ketimbang menggunakan pemanas elektrik, namun garam hanya bisa di dapatkan saat musim kemarau. Sehingga percobaan ini masih layak digunakan ketika musim hujan untuk memenuhi kebutuhan yang ada di Indonesia.

3.10 Hasil Perhitungan QoS

1. Delay

Pengukuran dihitung dengan cara mencari selisih t_1 dan t_2 . t_1 adalah waktu pengiriman paket dan t_2 adalah waktu pengiriman paket setelahnya, *delay* adalah selisih antara t_2 dan t_1 . Rata-rata *delay* yang didapatkan sebesar 0.13763 detik yang dapat digolongkan sangat bagus berdasarkan Tabel 1.

2. Jitter

Sama seperti perhitungan *delay*, Pengukuran *jitter* dilakukan di excel. Pengukuran dihitung dengan cara mencari selisih d_1 dan d_2 . d_1 adalah *delay* pengiriman paket yang didapat dari perhitungan *delay*, dan d_2 adalah *delay* pengiriman paket setelahnya, *jitter* adalah selisih antara d_2 dan d_1 . Rata-rata *jitter* yang didapatkan sebesar 0.17191 detik yang dapat digolongkan bagus berdasarkan Tabel 2.

3. Throughput

Berbeda dengan *delay* dan *jitter*, *throughput* dihitung dengan melihat hasil *statistic* yang didapatkan dari Wireshark. Statistik yang didapat menunjukkan nilai *average bytes* 1537 byte dan

time span yaitu 66.228 detik. Maka jumlah *throughput* yang didapatkan adalah 19256.3 kbits/s. Hasil ini dapat dikategorikan sebagai sangat bagus berdasarkan Tabel 3.

4. Packet Loss

Dari statistic menunjukkan paket terkirim 100%. Ini menunjukkan bahwa *packet loss* pada purwarupa adalah nol atau dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa purwarupa ini digolongkan sangat bagus.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan:

1. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan purwarupa bisa menggantikan peranan matahari, hanya saja biaya garam yang dihasilkan lebih mahal dari harga petani garam tradisional, memiliki selisih Rp 52.819/kg. Waktu untuk produksi garam juga lebih lama dimana dalam 10 hari petani garam bisa menghasilkan 400 kg garam dan purwarupa hanya menghasilkan 464,5 gram mengingat perbedaan besar penampang di purwarupa dan tambak petani garam. Tetapi percobaan purwarupa masih bisa diterapkan ketika musim penghujan, karena petani garam tradisional tidak bisa menghasilkan garam selama musim penghujan.
2. Setelah mengukur nilai QoS didapatkan hasil dengan rata-rata *delay* sebesar 0.13763 detik, hasil *throughput* yaitu 19256.3 kbits/s, dan hasil *packet loss* nol yang menunjukkan sangat bagus. Sedangkan hasil rata-rata *jitter* adalah 0.17191 detik yang dikategorikan bagus.

Saran:

1. Dapat mencoba menggunakan pemanas elektrik, air laut dan penampang yang lebih besar. Sehingga bisa mengetahui apakah lebih efektif dari segi waktu pembuatan garam atau tidak.
2. Dapat berkomunikasi lebih baik dengan petani garam agar mengetahui informasi produksi garam yang lebih dalam.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Kelautan dan Perikanan, Membangun dan Menjaga Ekosistem Laut Indonesia Bersama Ditjen Pengelolaan Ruang Laut. Jakarta, Indonesia: KKP, 2017.
- [2] W. Jerome, "Indonesia Negara Maritim, Tapi Mengapa Harus Mengimpor Garam?," BBC, 2 Agustus, 2017. Tersedia: <https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-40792179>. [Diakses 5 April 2019].
- [3] Kemenperin, "Impor Garam Untuk Penuhi Bahan Baku Industri," Kompas, 22 Maret, 2018. Tersedia: <http://www.kemenperin.go.id/artikel/18974/Impor-Garam-untuk-Penuhi-Bahan-Baku-Industri>. [Diakses 5 April 2019].
- [4] P. S. Boyke, "Ini Sebab Indonesia Masih Impor Garam," Wartaekonomi, 22 Februari, 2018. Tersedia: <https://www.wartaekonomi.co.id/read171445/ini-sebab-indonesia-masih-impor-garam.html>. [Diakses 5 April 2019].
- [5] Geomembrane.id, "Pembuatan Garam Rakyat Dengan Teknologi Geomembrane," Geomembrane, 27 Juni, 2017. Tersedia: <https://geomembrane.id/pembuatan-garam-rakyat-dengan-teknologi-geomembran/>. [Diakses 5 April 2019].
- [6] M. P. P. Yudha, "Teknologi Ulir Filter Tingkatkan Kualitas Garam," Republika, 29 September, 2015. Tersedia: <https://republika.co.id/berita/pendidikan/dunia-kampus/15/09/29/nvfuso284-teknologi-ulir-filter-tingkatkan-kualitas-garam>. [Diakses 5 April 2019].
- [7] G. Guntur, A. A. Jaziri, A. A. Prihanto, D. M. Arisandi, and A. Kurniawan, "Development of salt production using prism greenhouse method," presented at 4th International Seminar on Sustainable Urban Development, 2018.

[8] K. G. Jayade, Dr. A. R. Mhaske, and Dr. P.G. Khot, *Intellegent Objects Using Internet Of Things*, International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences, pp.50-53, September-November, 2016.

[9] Dehaze “Cara Pembuatan Garam” 7 November. Tersedia:
<http://www.baktikunegeriku.com/article/id/5a016fa4b62e5cf65e909c06>

[10] I. Hannif, “Sistem Kendali Suhu Dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruangan Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Dht22 dan Paassive Infrared (PIR),” Seminar Nasional Fisika 2016.

[11] S. Muhamad dan H.Munnik “Rancangan Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay,” Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana, Vol.8 No.2 Mei 2017.

[12] D.Nurul, “Prototype Smart Home Dengan NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet Of Things,” Mahasiswa Teknik Informatika Universitas Islam Majapahit.

[13] S.Rissa, “Rancangan Thermometer Air Digital Dengan Sensor DS18B20 Dan Buzzer Berbasis Arduino Uno,” Universitas Sumatera Utara.

[14] Jayachandraiah, O. V. Krishna, P. A. Khan, dan R. A. Reddy, “Fabrication of Low Cost 3-Axis Cnc Router,” *Int. J. Eng. Sci. Invent.*, vol. 3, no. 6, hal. 1–10, 2014.

[15] S.Anisya, “ Aplikasi E-Order menggunakan *Firebase* dan Algoritma Knuth Morris Prath Berbasis Android,” Jurnal Pseudocode, Volume V Nomor 2, September 2018, ISSN 2355-5920.

[16] R.Wulandari.” ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA Uji Teknik PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI),”2016 Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi: Vol.2,pp. 2443-2229.