

RANCANG BANGUN ALAT DESTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN TENAGA MATAHARI SEBAGAI ALTERNATIF PENYEDIAAN AIR BERSIH

Dewahastu Gaib¹, Asri Arbie², Dewa Gede Eka Setiawan³

- 1. Jurusan S1-Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Prof.Dr.Ing. B. J. Habibie, Bone Bolango, Gorontalo, 96119, Indonesia*
- 2. Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto, Kupang, NTT, 85001, Indonesia
E-mail: dewaeka@ung.ac.id*

Abstrak

Kebutuhan akan air bersih layak konsumsi menjadi sesuatu yang mulai mengkhawatirkan akhir-akhir ini. Meskipun 2/3 permukaan bumi tertutup oleh air namun ketersediaan air yang layak konsumsi hanya terkonsentrasi pada daerah-daerah tertentu. Di Indonesia, ancaman akan kurangnya air bersih tiap tahunnya selalu meningkat. Berdasarkan data mengenai sumber daya air tawar yang dimiliki oleh setiap negara di dunia, Indonesia menduduki peringkat ke-51 dengan tingkat krisis level resiko tinggi (40-80%). Ada beberapa cara yang sering dilakukan untuk mendapatkan air bersih salah satunya dengan menggunakan metode destilasi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan alat destilasi air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan radiasi matahari terhadap kuantitas air tawar dan mengetahui kualitas air tawar dari hasil destilasi meliputi uji pH air, salinitas dan TDS. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan cara memanaskan air laut yang berada didalam alat destilasi dengan memanfaatkan cahaya matahari matahari. Hasil pengujian alat menunjukkan, bahwa dengan rata-rata intensitas matahari sebesar 1608,25 (lux) dan suhu lingkungan sebesar 38,5 °C dapat menghasilkan volume air tawar rata-rata perhari 336,75 ml untuk volume air laut yang masuk sebanyak 2000 ml dan kualitas air yang dihasilkan dari air hasil destilasi memiliki pH 6,5, salinitas 0,2 ppt serta TDS 152 mg/L.

Kata kunci: *Destilasi, Radiasi Matahari, Air Laut*

Abstract

A Design of a Freshwater Distillation Equipment from Seawater by utilizing Solar Radiation. Unfortunately, there has been a great worry about clean and healthy water for human consumption lately. Even though 2/3 of the earth's surface is covered by water, the access to safe water is only concentrated in certain areas. In Indonesia, water scarcity is increasing each year. Recent data on freshwater resources possessed by all countries in the world shows that Indonesia is ranked 51st with the highest risk of water scarcity (40-80%). There are several methods to gain access to safe water, one of which is the use of distillation equipment. This research aims to produce a design of freshwater distillation equipment from seawater by utilizing solar radiation towards the quantity of freshwater and to determine the quality of freshwater from the results of distillation which include water pH, salinity, and TDS tests. The research method is done by heating sea water in the distillation equipment using solar radiation. Findings reveal that the average solar intensity of 1608.25 (lux) and the ambient temperature of 38.5 °C can produce an average volume of freshwater of 336.75 ml per day from the incoming seawater volume of 2000 ml. The water quality produced has a pH of 6.5, a salinity of 0.2 ppt, and a TDS of 152 mg/L.

Keywords: *Distillation, Solar Radiation, Sea Water*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air bersih saat ini menjadi perhatian. Meskipun sebagian besar dari permukaan bumi ditutupi oleh air, tapi

kenyataanya kebutuhan akan air bersih hanya terkonsentrasi di wilayah tertentu. Konsumsi air tahunan dunia umumnya sekitar 4,5 triliun meter kubik, dimana pertanian (70%) dan

industri (20%) menggunakan proporsi tertinggi, sementara konsumsi rumah tangga hanya menggunakan 10% dari jumlah air yang ada saat ini [1]. Meski melimpah, akan tetapi tidak semuanya bisa langsung dimanfaatkan untuk memenuhi konsumsi akan air bersih setiap harinya. Di Indonesia, ancaman kekurangan air bersih semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut *World Resources Institute* (WRI) tentang negara setiap belahan dunia yang memiliki sumber daya air tawar, negara Indonesia menempati urutan ke 51 dengan risiko krisis yang tinggi (probabilitas 40% - 80% lebih tinggi). Namun dengan garis pantai 81.000 kilometer dengan luas lautnya sekitar 5,8 juta km persegi, Indonesia seharusnya bisa mengolah air laut yang melimpah tersebut. Hanya saja kadar garam air laut yakni 33.000 miligram per liter, sementara kadar garam air tawar antara 1.000 - 3.000 miligram per liter, sedangkan kandungan garam dalam air minum tidak bisa melebihi 400 miligram per liter. Sehingga air laut dan air payau dapat dikonsumsi sebagai air minum, maka harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan air laut menjadi air minum pada dasarnya mengurangi konsentrasi garam hingga di bawah 400 mg/L [2].

Ada beberapa cara untuk bisa memperoleh air bersih yaitu dengan metode perebusan, penyaringan, penyulingan dan lainnya. Proses destilasi merupakan salah satu metode yang cukup efektif untuk bisa memproduksi air layak konsumsi yang bebas dari kuman, bakteri, dan kontaminan padat kecil. Prinsip kerja destilasi pada dasarnya untuk menguapkan air laut dengan cara pemanasan. Sumber panas yang digunakan adalah energi yang berbeda yaitu minyak, gas, listrik, sinar matahari dan lain-lain [3].

Salah satu ide untuk mengembangkan proses penjernihan air minum adalah destilasi dengan mengarahkan sinar matahari ke suatu media untuk memanaskan air sampai menguap kemudian didinginkan untuk mendapatkan air bersih. Penelitian ini diharapkan bisa menghasilkan suatu peralatan pengolahan air tawar yang bersih dan ramah lingkungan. Manfaat yang lebih luas dari penelitian ini semoga menjadi solusi untuk masyarakat terutama yang berada di pemukiman daerah pesisir pantai untuk mendapatkan air bersih.

Dasar Teori Air

Air merupakan bagian penting dari lingkungan bagi kehidupan setiap makhluk hidup terutama manusia, tanpa air manusia tidak dapat hidup dan kehidupan di bumi tidak dapat berlangsung. Namun, air bisa menjadi bencana jika jumlah yang dibutuhkan tidak memenuhi kebutuhan sehari-harinya.

Jumlah air yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dalam tubuh manusia hampir 85%. Selain untuk minum, mencuci dan mandi, air juga digunakan untuk fasilitas lain, mis. B. untuk pelayanan umum, pariwisata, perikanan, pertanian, transportasi dan PLTA [4].

Agar bisa di konsumsi, air baku harus memenuhi persyaratan baku mutu air sehingga dapat diolah menjadi air layak untuk digunakan sehari-hari. Namun kenyataannya semua sumber air baku tersebut tidak dapat langsung digunakan sebagai air layak konsumsi, karena tidak memenuhi peraturan meliputi syarat fisik, kimia, atau biologi yang telah ditentukan, seperti air asin atau salinitas tinggi [5].

Standar Kualitas Air

Baku mutu air adalah peraturan yang biasanya diberikan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi. dalam hal kenyamanan dan sebagainya. Oleh karenanya, penting untuk mengetahui tingkat kelayakan air yang digunakan sebelum dikonsumsi dan digunakan [6]. Persyaratan kualitas air minum diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.: 492/MENKES/PER/IV/2010 tanggal 19 April 2010. Standar kualitas air minum dapat dilihat pada table berikut.

Parameter Uji	Satuan	Standar Baku Mutu (Max)
Bau	-	Tidak berbau
Warna	Skala TCU	15
Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500
Kekeruhan	Skala NTU	5

Rasa	-	Tidak berasa
Suhu	°C	Suhu udara ±3

Destilasi

Destilasi merupakan teknologi pengolahan air untuk memperoleh air tawar dari air keruh atau air laut yang diuapkan dengan pemanasan. Uap air tersebut kemudian dikondensasikan untuk menghasilkan air tawar. Panas yang digunakan berasal dari berbagai sumber energi seperti minyak, gas, kayu bakar, matahari dan sumber energi lainnya. Distilasi terdiri dari serangkaian proses, yaitu menguapkan cairan, kemudian mendinginkan uap yang dihasilkan, lalu mengumpulkan kondensat dalam satu tempat atau wadah. Metode memisahkan air ini cukup efektif untuk memisahkan suatu campuran yang tersusun dari senyawa atau zat yang berbeda titik didihnya atau suatu komponen yang tidak dapat diuapkan [7].

Proses destilasi membutuhkan energi yang dapat dioperasikan dan diperoleh dengan menggunakan sumber energi terbarukan seperti energi matahari. Proses distilasi tenaga surya dapat didefinisikan sebagai suatu cara untuk memisahkan dan memperoleh air bersih melalui penguapan. Ini bisa sangat berguna dalam mengubah air laut, air payau atau bahkan air yang terkontaminasi menjadi air bersih yang dapat diminum [8].

Energi Matahari

Salah satu sumber daya terbarukan dengan energi radiasi yang melimpah yakni matahari. Jumlah energi matahari yang sampai ke permukaan bumi dalam jumlah yang sangat besar. Sebagai perbandingan, jumlah energi matahari lebih besar dari minyak, batu bara, gas alam dan sumber daya alam tak terbarukan lainnya.

Sinar matahari sampai ke permukaan bumi melalui perpindahan panas secara radiasi, sehingga pemanfaatan energi matahari telah berkembang, yang meliputi pembangkitan listrik dengan menggunakan sel surya (Ambarita, 2016) [9].

Pemanfaatan Energi Matahari

Penggunaan sumber daya alam yang tidak terbarukan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk berkembangnya teknologi dan lainnya. Akan

tetapi, sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui berbanding terbalik dengan sumber daya alam yang dapat di perbaharui. Dengan ini, para peneliti telah mencoba membuka potensi sumber daya alam terbarukan seperti air, angin, dan energi matahari.

a. Pemanfaatan Photovoltaic

Pemanfaatan Photovoltaic yakni dengan cara memanfaatkan sinar matahari untuk bisa menghasilkan energi listrik, pemanfaatan *photovoltaic* ini memiliki efisiensi sekitar 10 %.

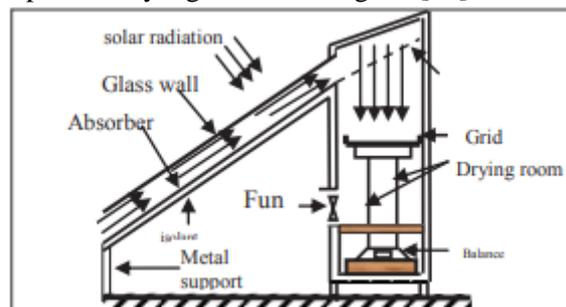
Sel photovoltaic dapat menghasilkan daya yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari. Semakin besar daya yang dihasilkan oleh photovoltaic maka semakin besar pula intensitas cahaya matahari yang diterima [10].



Gambar 1. Photovoltaic

b. Solar Dryer

Di negara berkembang, hasil pertanian dan perkebunan sering dijemur dengan menggunakan energi surya. Konsep inilah yang dijadikan acuan untuk membuat pengering matahari. Di dalam kotak pengering, kotak pengering ini diisi dengan produk-produk pertanian yang akan dikeringkan [11].

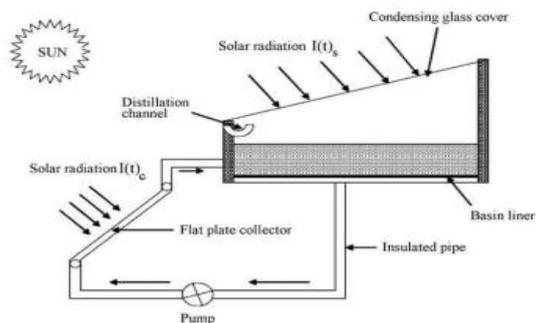


Gambar 2. Solar Dryer

c. Solar Distillation

Salah satu cara untuk memisahkan air dan garam yakni dengan menggunakan metode destilasi. Prinsip kerja alat ini adalah air laut dipompa setelah melewati sebuah kolektor.

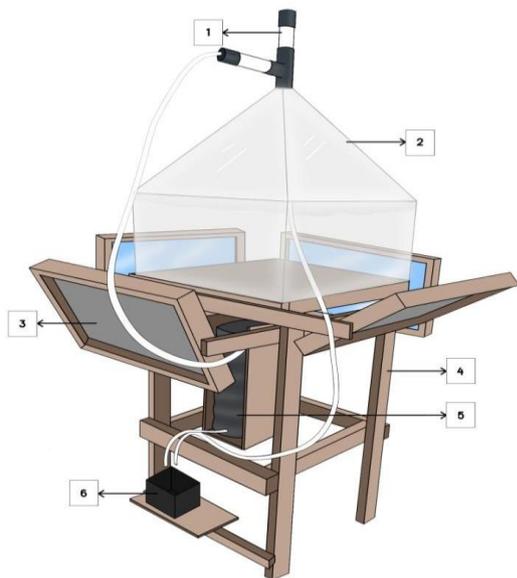
Kemudian meletakkannya dibawah sinar matahari secara langsung. Air akan menguap dan menyisahkan garam pada dasar basin. Lalu uap dikondensasi sehingga menghasilkan menjadi air tawar [12].



Gambar 3. Solar distillation water

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, peneliti membuat sebuah alat destilasi untuk dapat menghasilkan air tawar dari air laut yang akan dipanaskan dengan menggunakan cahaya matahari.



Rancangan alat destilasi

Keterangan:

1. Lubang masuknya air laut
2. Alat destilasi
3. Cermin untuk memantulkan cahaya
4. Dudukan alat destilasi
5. Ruang kondensasi
6. Penampung air tawar

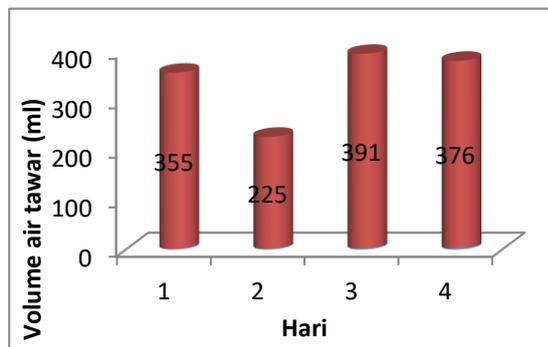
Teknik perancangan alat destilasi ini dimulai dengan memotong kaca dengan bentuk segi tiga menggunakan *glass cutting* sebanyak empat buah dengan ukuran, tinggi 29 cm dan alas 40 cm. Kemudian merancang dan bangun kaca menjadi bentuk limas segi empat sebagai atap destilator. Kemudian potong kaca dengan pemotong kaca dengan bentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 40 cm dan lebar 20 cm sebagai wadah tempat diletakkannya air laut. Lem rancangan kaca wadah segi empat dengan lem kaca. Rakit atap limas persegi empat dengan wadah air. Lalu tempelkan selang saluran hasil penguapan pada sisi wadah limas. Potong kayu menggunakan gergaji dengan ukuran 42 cm sebanyak empat potong. Susun kayu berbentuk kotak sebagai tempat wadah air laut. Kemudian potong lagi kayu sebanyak 4 potong dengan ukuran 70 cm sebagai kaki-kaki tempat di letakkannya alat destilasi. Letakkan termometer digital di dalam dan luar wadah. Potong cermin dengan ukuran 20 X 40 cm sebanyak 4 buah. Kemudian sambungkan ke bagian sisi-sisi alat destilasi agar dapat memantulkan cahaya.

Hasil Dan Pembahasan

Telah dilakukan penelitian destilasi air laut dengan akuisisi data dilaksanakan pada bulan mei 2022 di Kel. Paguyaman Kec. Kota Tengah Kota Gorontalo. Proses pengambilan dilakukan selama 4 hari, data yang dihasilkan adalah kuantitas air tawar dan juga kualitas air tawar meliputi pH dan TDS air tawar yang dihasilkan. Penelitian dilakukan selama 3 jam setiap harinya, dimulai dari pukul 11.00 WITA sampai dengan pukul 14.00 WITA.

No	Hari	Volume Air Tawar (ml)
1	Pertama	355
2	Kedua	225
3	Ketiga	391
4	Keempat	376
Rata-rata		336,75

Berdasarkan hasil percobaan selama empat hari, maka dihasilkan rata-rata air tawar setiap harinya sebanyak 336,75 ml. Air tawar yang dihasilkan disini merupakan uap dari air laut yang dijemur selama 3 jam perharinya dan uap air ditahan oleh kaca untuk kemudian dialirkan melalui selang menuju wadah penampung air. Banyaknya air tawar yang bisa dihasilkan dari proses destilasi terdapat pada hari ketiga sebanyak 376 ml dengan rata-rata intensitas cahaya matahari 1629 lux. Sedangkan air hasil destilasi terendah terdapat pada hari kedua sebanyak 225 ml, hal ini dikarenakan pada hari tersebut intensitas matahari relatif rendah dibandingkan dengan hari-hari yang lainnya dengan rata-rata intensitas cahaya matahari 1571 lux.



Grafik kuantitas air tawar hasil destilasi

Kuantitas air yang dihasilkan dari proses destilasi dipengaruhi oleh proses penguapan dari air laut dalam ruangan evaporasi dan proses pengembunan yang terjadi di kaca penutup. Proses penguapan akan semakin baik apabila suhu air laut dalam ruangan evaporasi semakin tinggi semakin tinggi suhu zat cair maka pergerakan molekul didalamnya akan semakin cepat hingga terjadi tumbukan antar molekul yang akan menyebabkan semakin cepatnya proses perpindahan massa dari cair ke gas (penguapan).

Dapat dilihat pada gambar 4.1, dimana intensitas cahaya matahari pada hari ketiga lagi tinggi-tingginya dibandingkan hari lain. Sehingga membuat suhu dalam alat destilasi juga ikut tinggi yang mana membuat laju evaporasi menjadi lebih cepat dan air tawar hasil destilasi pun lebih banyak dihasilkan dibanding hari lain.

Berdasarkan hasil pengukuran keseluruhan, kualitas air tawar yang dihasilkan oleh alat destilasi telah memenuhi syarat ketentuan peraturan Menteri Kesehatan R.I No: 492/MENKES/PER/IV/2010 tanggal: 19 April 2010 tentang standar kualitas air minum. Untuk parameter warna, bau, kandungan *Total Dissolved Solids* (TDS), kekeruhan rasa dan suhu.

Table hasil pengujian

Parameter Uji	Hasil Pengukuran	Standar Baku Mutu (Max)
pH	6,5	6,5-8,5
Salinitas	0,2 ppt	<0,5 ppt
TDS	152 mg/L	500 mg/L

Nilai pH sampel adalah 6,5. Batas pH optimum menurut Permenkes Nomor 492 tahun 2010 yakni antara 6,5 – 8,5. Nilai pH kurang dari 6,5 bersifat lebih asam untuk bisa digunakan oleh manusia. Sedangkan nilai yang lebih tinggi dari 8,5 bersifat basa untuk dikonsumsi.

Berdasarkan hasil pengamatan, air hasil proses destilasi memiliki nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) sebesar 152 mg/L. Apabila dibandingkan dengan syarat ketentuan peraturan Menteri Kesehatan R.I No: 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu maksimal 500 mg/L, maka untuk parameter pengujian, air destilasi sudah memenuhi standar untuk air yang dapat dikonsumsi.

Menurut [13], air dengan kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) tinggi menyebabkan kerak dalam alat-alat rumah tangga dan meningkatkan kadar kekeruhan. Konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) tinggi juga akan mempengaruhi rasa air menjadi tidak enak seperti terasa logam.

Salah satu faktor yang memengaruhi meningkatnya kadar kekeruhan adalah besarnya kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) pada air. Besar kisaran kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) pada air berada dikisaran 25-5000 mg/L [14]. Rasa air juga dipengaruhi dari konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) yang tinggi.

Untuk menentukan kualitas air, salah satu variabel yang dapat digunakan yaitu salinitas. Salinitas dapat diartikan sebagai jumlah kadar garam pada air. Hanya saja, untuk standar maksimal pengukuran kadar garam terlarut tidak diatur dalam Permenkes RI No. 492 tahun 2010.

Menurut [15], bahwa tingkat klasifikasi keasinan untuk parameter salinitas terbagi atas air tawar dengan tingkat salinitas $<0,5$ ppt, air payau memiliki tingkat salinitas antara $0,5-30$ ppt, air asin $30-40$ ppt dan air sangat asin atau air laut memiliki tingkat salinitas >40 ppt. Maka dari teori tersebut dapat kita simpulkan bahwa air dari hasil destilasi dapat dikategorikan sebagai air tawar.

Beberapa faktor yang mempengaruhi laju produksi air tawar hasil destilasi yakni diantaranya naik-turunnya temperature yang cukup signifikan seperti cuaca, kelembapan udara, intensitas cahaya dan suhu lingkungan. Dari hasil percobaan selama empat hari, perbandingan rata-rata air tawar hasil destilasi adalah $336,75$ ml. Volume air terbanyak yang dihasilkan yaitu pada hari ketiga yakni sebanyak 391 ml. Proses penguapan air laut dalam alat destilasi mempengaruhi banyaknya air tawar yang dihasilkan. Apabila suhu dalam ruang alat destilasi meningkat maka proses penguapan akan semakin baik.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, telah didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan, telah berhasil dirancang bangun sebuah alat destilasi air laut menggunakan cahaya matahari
2. Pada pengujian alat destilasi, jumlah air tawar yang dapat dihasilkan rata-rata perhari sebanyak $16,8\%$ untuk volume air laut yang dimasukkan sebanyak 2000 ml.
3. Kualitas air hasil destilasi ini telah memenuhi standar Permenkes No. 492 tahun 2010. sehingga air hasil destilasi ini bisa untuk dikonsumsi. Untuk hasil pengukuran kadar garam terlarut pada air hasil destilasi ini dapat digolongkan sebagai air tawar.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu,

ada beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan bahan penyerap panas agar bisa menaikkan suhu ruang pada alat destilasi menjadi lebih tinggi lagi.
2. Pada pengembangan penelitian lanjutan agar bisa memvariasikan ketinggian dan sudut atap alat destilasi untuk mendapatkan bentuk ideal dan hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Iswadi & Aisyah. 2013. Sistem Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Tenaga Matahari. *Journal3.uin-alauddin.ac.id*. 66-77
2. Pratama, A., W., Nurdiana, J., & Meicahayanti, I. 2017. Pengaruh Perbedaan Jenis Plat Penyerap Kaca Dan Papan Mika Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Air Minum Pada Proses Destilasi Energi Tenaga Surya. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV*. 35-40
3. Putra, R., A., Pauzi, G., A., & Surtono, A. 2018. Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut Dengan Metode Ketinggian Permukaan Air Laut Selalu Sama Menggunakan Energy Matahari. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 6(1), 101-108
4. Pilomonu, H., Y. 2017. Analisa Distribusi Dan Kehilangan Air PDAM Unit Telaga Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi (RADIAL)*. 5(1), 1-9
5. Armis, A., Hatta, M., P., & Sumakin, A. 2017. Analisis Sanitasi Air Pada Down Stream Dan Middle Stream Sungai Pampang Makassar. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*. 2-10
6. Said., M., L., & Iswadi. 2016. Rancang Bangun Alat Pemurni Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Sistem Piramida Air (*Green House Effect*) Bagi Masyarakat Pulau Dan Pesisir di Kota Makassar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 12(3), 300-310
7. Saputra, E., T., Caturwati., N., K., & Rosyadi, I. 2021. Pengaruh Massa *Phase Change Material* (PCM) Terhadap Produktifitas Dan Efisiensi

- Alat Destilasi Tenaga Surya Menggunakan PCM Jenis *Lauric Acid* Sebagai Penyimpan Panas. *Jurnal Teknik Energi (EKSERGI)*. 17(3), 201-212
8. Yari, M., Mazareh, A., E., & Mehr, A., S. 2016. *A Novel Cogeneration System for Sustainable Water and Power Production by Integration of a Solar Still and PV Module*. *Desalination*. 398, 1-11
 9. Ambarita, H. 2016. Study on The Performance of Natural Vacuum Desalination System Using Low Grade Heat Source. *Case Studies in Thermal Engineering*. 346-358
 10. Pangestunigtyas, D., L., Hermawan, & Karnoto. 2013. Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap. *TRANSIENT*. 4(2), 1-8
 11. Chouicha, S., Boubekri, A., Mennouche, D., Bouguetaia, H., Berrbeuh, M., H. 2014. *Valorization Study of Treated Deglet-Nour Dates by Solar Drying Using Three Different Solar Driers*. *Energy procedia*. 50, 907-916
 12. Tiwari, G., N., Singh, H., N., & Tripathi, R. 2003. *Present Status Solar Distillation*. *Solar Energy*. 75, 367-373
 13. Sasongko, E., B., Widyastuti, E., & Priyono, R., E. 2014. Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 12(2), 72-82
 14. Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan. Kanisius. *Yogyakarta*
 15. Hasrianti & Nurasia. 2016. Analisis Warna, Suhu, pH, dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo. *Prosiding Seminar Nasional*. 2(1), 747-896