

Kendali Alat Destilasi Air Laut Elektrik Berbasis Mikrokontroler

Muhammad Imbarothur Mowaviq¹; Ibnu Hajar²; Tri Wahyu Oktaviana Putri³

^{1, 2, 3} Institut Teknologi PLN

¹ mowaviq@itpln.ac.id

ABSTRACT

Clean water is a very basic need in human life. One way to get clean water suitable for consumption is to separate seawater from the salt content by the distillation method. Distillation is the process of removing a certain amount of salt and other minerals from water to produce fresh water. Some of the main parts of this distillation apparatus are the heating tube for the water evaporation process, the condenser pipe for the condensation process and the storage tube. This tool uses an electric heater to evaporate water. This distillation device is controlled by the Arduino Mega 2560 microcontroller. The motor, electric heater, and valve act as actuators. Meanwhile, the sensors used are PT100 temperature sensors and level sensors. The increase in temperature that occurs to arrive at the evaporation process per one liter of water is 83 minutes at a temperature of 120 oC. In the testing process, the distillation apparatus can produce salt water and leave salt in the heating tube.

Keywords: *Distillation, Electric Heater, Mikrokontroler*

ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan yang sangat mendasar dalam kehidupan manusia. Salah satu cara mendapatkan air bersih layak konsumsi adalah dengan memisahkan air laut dari kandungan garam dengan metode destilasi. Destilasi adalah proses menghilangkan sejumlah tertentu garam dan mineral lain dari air untuk menghasilkan air tawar. Beberapa bagian utama pada alat destilasi ini adalah tabung pemanas untuk proses penguapan air, pipa kondensor untuk proses pengembunan dan tabung penampung. Alat ini, menggunakan pemanas elektrik untuk menguapkan air. Alat destilasi ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560. Motor, pemanas elektrik, dan valve menjadi aktuator. Sementara, sensor yang digunakan adalah sensor suhu PT100 dan sensor level. Peningkatan suhu yang terjadi untuk sampai pada proses penguapan per satu liter air adalah 83 menit pada suhu 120 °C. Pada proses pengujian, alat destilasi dapat menghasilkan air garam dan menyisakan garam pada tabung pemanas.

Kata kunci: *Destilasi, Pemanas Elektrik, Mikrokontroler*

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan yang sangat mendasar dalam kehidupan manusia. Penggunaan air bersih sangat penting untuk konsumsi rumah tangga, masyarakat dan industri. Kebutuhan air bersih dapat dipenuhi dengan beberapa cara. Di perkotaan, penyediaan air bersih dikelola oleh Perusahaan Air Minum atau dilakukan secara swadaya oleh masyarakat dengan mengambil air tanah. Namun, di wilayah pesisir yang jauh dari mata air, masih banyak masyarakat yang belum mendapatkan fasilitas air bersih. Wilayah pesisir memiliki potensi air laut yang tidak dapat dikonsumsi secara langsung. Jadi, perlu ada solusi lain untuk penyediaan air bersih yang bisa dikonsumsi.

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki luas laut 5,8 juta km² atau 70,8% dari luas wilayah Indonesia. Selain memiliki potensi air laut yang melimpah [1], juga memiliki potensi intensitas sinar matahari yang tinggi. Kedua potensi tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan air bersih yang layak konsumsi. Metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan air tawar dari air laut adalah metode destilasi. Penyulingan air merupakan salah satu solusi yang layak untuk mengatasi krisis air tawar [2].

Distilasi adalah pengendapan air laut dengan cara menguapkan air dan mengembunkan uapnya sehingga memisahkan antara mineral garam dan menghasilkan air tawar. Di Indonesia, dengan penyinaran matahari rata-rata 12 jam sehari, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk penyulingan air laut. Pada umumnya pemanfaatan energi matahari dilakukan secara konvensional untuk menguapkan air laut [3]. Proses distilasi menggunakan solar masih bekerja dalam enam jam [4] atau selama jam matahari puncak [5].

Sedangkan kebutuhan air bersih terus berlangsung selama sehari penuh. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan kebutuhan air tawar di wilayah pesisir dengan memanfaatkan energi matahari untuk melakukan proses penyulingan air laut. Serta penggunaan pembangkit listrik tenaga surya untuk meningkatkan rendemen dan efisiensi proses distilasi. Pembangkit desalinasi yang ditenagai oleh energi terbarukan pada prinsipnya dapat digunakan untuk mengatasi beberapa tantangan yang timbul dari menipisnya cadangan air di seluruh dunia [6].

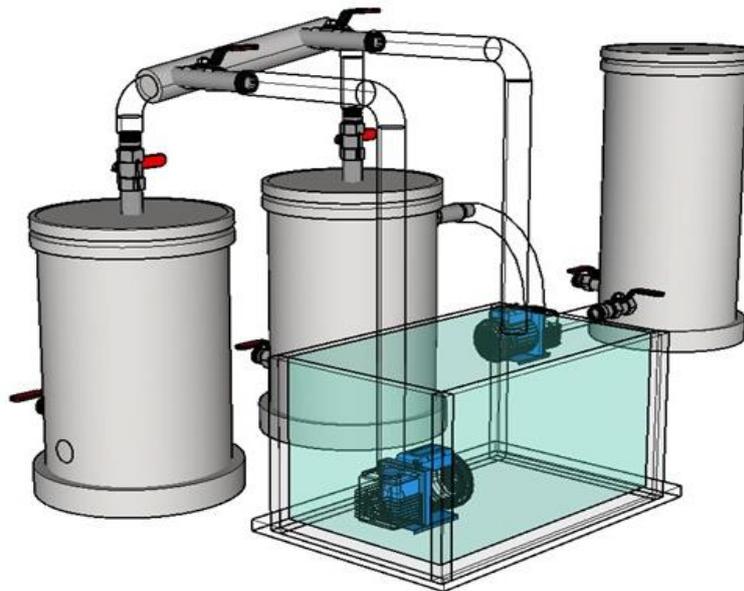
Tabel 1. Salinitas Berdasarkan Garam Terlarut

Air tawar	Air payau	Air saline (Air Laut)	Brine
< 0.05%	0.05-3%	3-5%	>5%

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Destilasi

Desalinasi atau destilasi adalah proses menghilangkan sejumlah tertentu garam dan mineral lain dari air untuk menghasilkan air tawar untuk konsumsi manusia [7]. Destilasi adalah salah satu metode tertua dan paling umum untuk pemurnian cairan. Kolom distilasi terdiri dari beberapa komponen, yang masing-masing digunakan untuk mentransfer energi panas atau meningkatkan transfer material. Unit destilasi terdiri beberapa komponen utama: a) Sebuah tabung vertikal di mana pemisahan komponen cair dilakukan. b) Bagian dalam kolom yang digunakan untuk meningkatkan pemisahan komponen. c) Sebuah reboiler untuk menyediakan penguapan yang diperlukan untuk proses distilasi. d) Kondensor untuk mendinginkan dan mengembunkan uap yang meninggalkan bagian atas kolom. e) Sebuah drum refluks untuk menahan uap yang terkondensasi dari bagian atas kolom, sehingga cairan dapat didaur ulang kembali ke kolom [8].



Gambar 1. Desain Alat Destilasi

Proses penyulingan air laut dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pompa air menyedot air laut dari reservoir ke ruang pemanas sampai penuh.
- 2) Setelah ruang pemanas penuh, pompa berhenti, pemanas menyala, dan katup ditutup.
- 3) Pemanas listrik bekerja sampai 90 °C dan pompa kondensasi menyala.
- 4) Uap air masuk ke kondensor dan berubah menjadi embun air.
- 5) Aliran embun air ke drum pengumpul.

Untuk mengetahui berapa besar energi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = m . c . \Delta T + m . U \tag{1}$$

$$Q = W \tag{2}$$

$$W = P . t \tag{3}$$

Dari rumus tersebut, kita dapat menghitung jumlah energi dan berapa lama sistem bekerja.

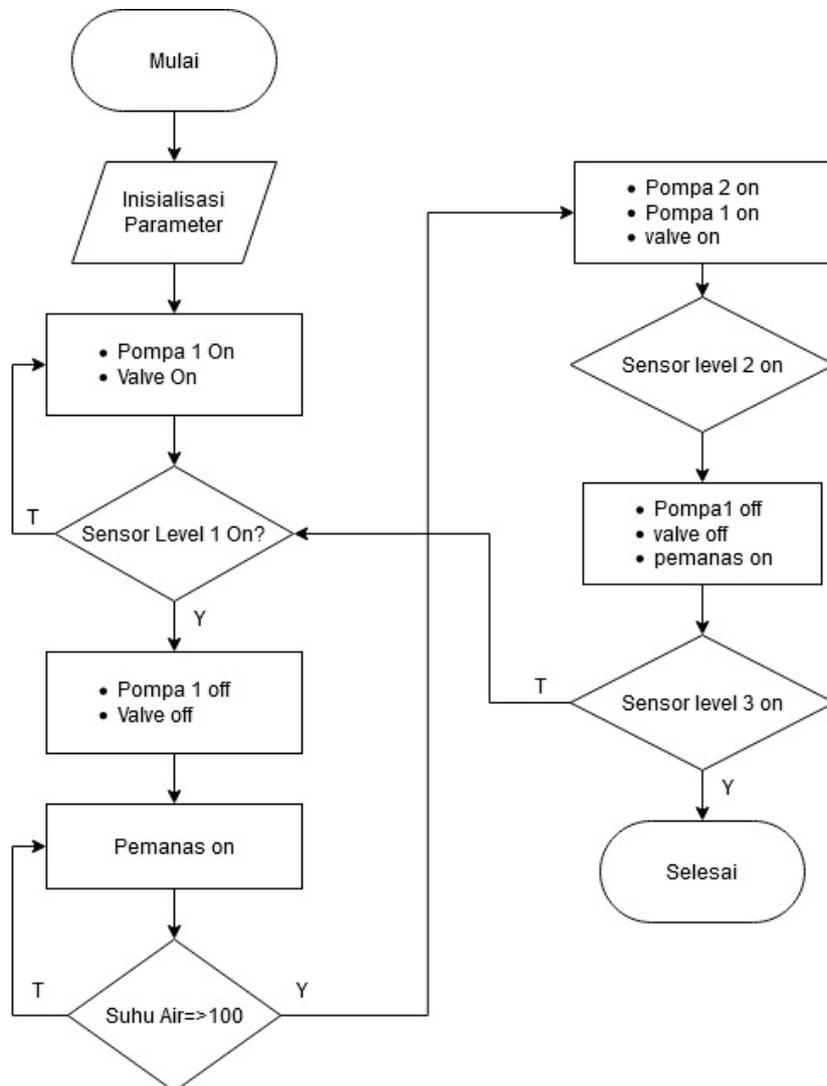
Tabel 2. Nilai dari Besaran per liter

Symbol	Quantity	Value	Unit
c	Kapasitas kalor air	3,850	J/kg.°C
T_1	Suhu awal	25	°C
T_2	Suhu akhir	120	°C
U	Kalor laten uap	2,260,000	J/kg
P_h	Daya pemanas	600	W

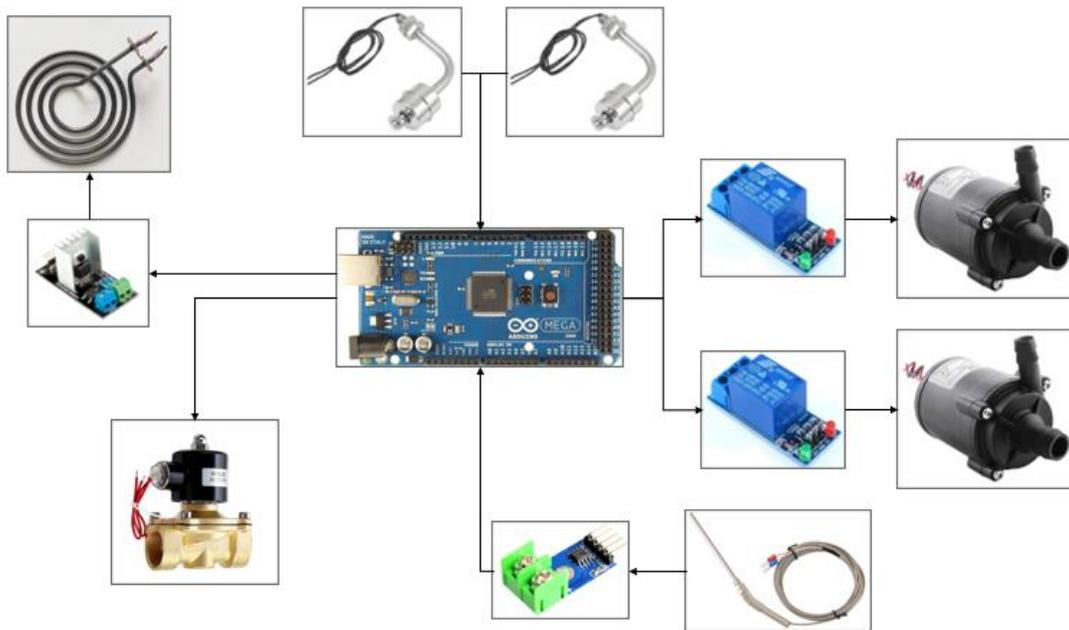
P_p	Daya pompa	48	W
t	Waktu	0.83	H
W_h	Energi pemanas	0.83	kWh
W_{pc}	Energi pompa kondensor	0.028	kWh

2.2. Desain Sistem Kendali

Perangkat keras sistem kendali alat destilasi dapat dilihat pada Gambar 3. Mikrokontroler menjadi pusat kendali dengan beberapa sensor seperti sensor level, sensor suhu dengan aktuator berupa pompa dan valve. Aktuator motor berupa pompa air DC dikendalikan dengan relay sehingga dapat nyala mati otomatis. Sementara diagram alir program pada Arduino dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kendali



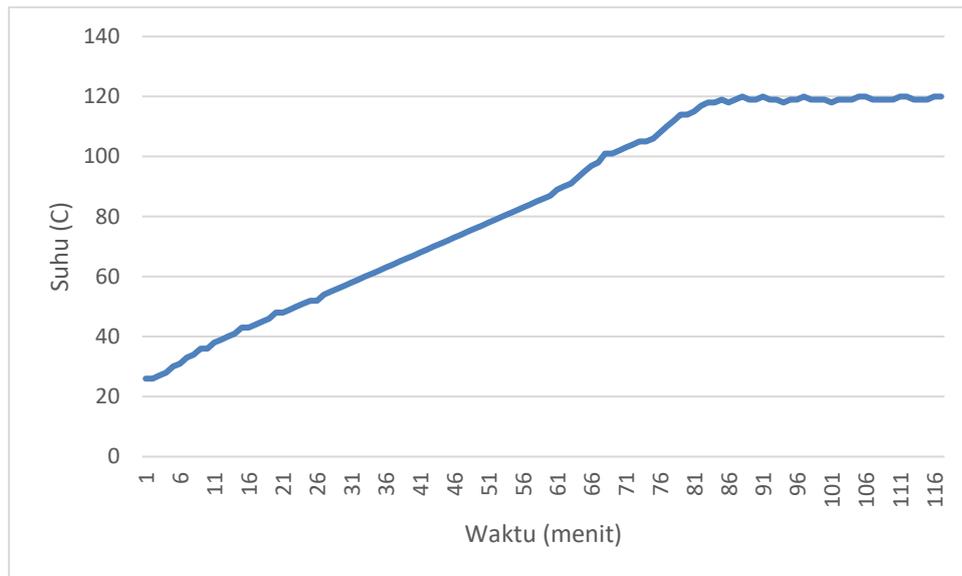
Gambar 3. Perangkat Keras Sistem Kendali

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 4, ditunjukkan tabung pemanas yang didalamnya dilengkapi pemanas elektrik, sensor level dan sensor suhu. Pada saat pemanasan, diperoleh hasil pengukuran suhu yang dapat dilihat pada Gambar 5. Suhu awal air laut adalah 25 °C, kemudian berangsur naik hingga mencapai suhu 120 °C selama 83 menit. Kemudian, suhu stabil di angka 120 °C dan mulai terjadi penguapan. Uap air mengalir melalui pipa kondensator sehingga berubah lagi menjadi air tawar yang tersimpan tabung hasil. Air hasil destilasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4. Foto Tabung Pemanas Bagian Dalam



Gambar 5. Hasil Pengukuran Suhu



Gambar 6. Air Hasil Destilasi

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Alat destilasi dengan pemanas elektrik dapat menghasilkan air tawar dengan baik. Proses dalam menghasilkan air bersih membutuhkan waktu yang cukup lama. Penggunaan mikrokontroler sebagai pusat kendali membuat sistem bekerja dengan otomatis sehingga dapat digunakan dalam waktu yang lama. Untuk mendapatkan proses yang lebih cepat, dapat meningkatkan kapasitas daya dari pemanas elektrik yang digunakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi PLN yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Wahyudi, "RANCANG BANGUN ALAT PEMISAH AIR DAN GARAM DARI AIR LAUT DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI PANEL SURYA," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 21–23, 2019.
- [2] M. F. Remeli, B. Singh, N. Amirah, M. S. Meon, and W. N. Fadilla, "Solar Distillation Thermoelectric Power Generation," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 268, no. 1, 2019.
- [3] M. Mulyanef, B. Burmawi, and K. Muslimin, "Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Dan Garam Dengan Destilasi Tenaga Surya," *J. Tek. Mesin ISSN ...*, vol. 4, no. 1, pp. 25–29, 2015.
- [4] P. A. Mehta, A. Vyas, N. Bodar, and D. Lathiya, "Design of Solar Distillation System," *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 29, pp. 67–74, 2017.
- [5] S. Abhishek, A. S. Kumar, E. Anjana, M. Rahul, and S. Jisma, "Water purification using solar thermal and solar PV," in *2018 International Conference on Emerging Trends and Innovations In Engineering And Technological Research, ICETIETR 2018*, 2018, pp. 1–4.
- [6] V. Rallabandi, N. Alawhali, O. Akeyo, and D. M. Ionel, "Simulation Studies for a Multi-MW Hybrid Wind-Solar PV System for Desalination Plants," *7th Int. IEEE Conf. Renew. Energy Res. Appl. ICRERA 2018*, vol. 5, pp. 1413–1416, 2018.
- [7] N. H. Baharudin, T. M. N. T. Mansur, R. Ali, Y. Yatim, and A. A. A. Wahab, "Optimization design and economic analysis of solar power system with sea water desalination for remote areas," *2011 IEEE Colloq. Humanit. Sci. Eng. CHUSER 2011*, no. Chuser, pp. 335–339, 2011.
- [8] K. Patil, P. Choudhary, and T. Bhatia, "Distillation Operations : Methods , Operational and Design Issues," *Natl. Conf. Adv. Heat Mass Transf. FAMT*, no. June 2014, p. 10, 2009.