ALAT DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA
SISTEM AKTIF LERENG GANDA

Teknologi penyulingan air laut menjadi air tawar telah banyak dilakukan dengan beragam model dan metode. Proses desalinasi ialah salah satu metode yang efektif untuk mendapatkan air bersih dengan memanfaatkan tenaga matahari sebagai sumber energi utama. Pengembangan model desalinasi matahari terus dilakukan sebagai upaya meningkatkan produktivitas alat desalinasi. Kendala yang sering ditemukan dalam penerapan desalinasi matahari yaitu sulitnya mendapatkan temperatur uap dari air laut, dengan hanya memanfaatkan energi matahari tanpa adanya perlakuan tambahan didalam sistem. Dalam buku ini akan dibahas secara panjang lebar tentang alat desalinasi matahari sistem aktif model lereng ganda, mengacu dari beberapa referensi penelitian yang telah dilakukan dari berbagai belahan dunia yang diterbitkan dalam bentuk jurnal Internasional bereputasi yang berfokus pada system aktif dan pasif lereng ganda menggunakan *solar electric heater, hybrid photovoltaic thermal (PVT), compound parabolic concentrator (CPC) collector, flat plate collectors,* yang menjadi landasan dasar dan dibahas secara mendalam dalam penyempurnaan buku ini.

Untuk mendapatkan produktivitas air tawar dalam jumlah yang banyak, beberapa peneliti sepakat bahwa faktor utamanya ialah intensitas matahari yang tinggi. Hal ini sesuai dengan teori yang digunakan untuk menghitug besar koefisien perpindahan panas di luar evaporator dan didalam evaporator pada saat pengujian dilakukan. Energi panas keseluruhan akan dimanfaatkan untuk menaikkan temperatur air guna menghasilkan titik embun yang melekat pada permukaan kaca bagian dalam. Pantulan energi panas yang terbuang kembali keudara menjadi perhatian khusus dalam mengatasinya. Pemanfaatan nilai kelembaban udara didalam evaporaotor mendorong peneliti dalam penggunaan *seprey* (Pengabut air) yang bersirkulasi didalam evaporator menyerap kembali energi panas yang terpantul ke udara dari permukaan air sehingga efisiensi kinerja alat meningkat. Oleh karena itu, dengan hadirnya buku ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi peneliti selanjutnya, menambah ilmu bagi pembacanya bahwa dalam proses desalinasi dibutuhkan suatu teknik dan metode khusus dalam penerapannya.

ISBN 978-623-6837-18-4
9 786236 837184
penapersada

ALAT DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA SISTEM AKTIF LERENG GANDA

Wawan Septiawan Damanik , dkk

ALAT DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA
SISTEM AKTIF LERENG GANDA

Wawan Septiawan Damanik
Munawar Alfansury Siregar
Sudirman Lubis



penapersada

ALAT DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA SISTEM AKTIF LERENG GANDA

WAWAN SEPTIAWAN DAMANIK
MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR
SUDIRMAN LUBIS

CV. PENA PESRSADA

ALAT DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA SISTEM AKTIF LERENG GANDA

Penulis :
Wawan Septiawan Damanik
Munawar Alfansury Siregar
Sudirman Lubis

Editor:
Wiwit Kurniawan

ISBN : 978-623-6837-18-4

Design Cover :
Retnani Nur Briliant

Layout :
Hasnah Aulia

Penerbit CV. Pena Persada
Redaksi :
Jl. Gerilya No. 292 Purwokerto Selatan, Kab. Banyumas Jawa Tengah
Email : penerbit.penapersada@gmail.com
Website : penapersada.com
Phone : (0281) 7771388
Anggota IKAPI
All right reserved
Cetakan pertama : 2021

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara apapun tanpa ijin penerbit

KATA PENGATAR

Segala puji senantiasa kita panjatkan kehadirat Allah Swt, atas segala rahmat dan karunianya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku yang berjudul " Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya Sistem Aktif Lereng Ganda" Penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dalam penyusunan buku ini, sangatlah sulit bagi Penulis untuk menyelesaikannya..

Dalam buku ini akan membahas desalinasi air laut tenaga surya sistem aktif dengan kemiringan ganda. Teknologi penyulingan air laut menjadi air tawar telah banyak dilakukan dengan beragam model dan metode. Proses destilasi ialah salah satu metode yang efektif untuk mendapatkan air bersih dengan memanfaatkan tenaga matahari sebagai sumber energi utama. Model direncanakan system aktif kemiringan ganda dengan luas basin 1.932 m^2 luas permukan kaca 1 m^2 sebanyak dua buah dengan tebal kaca 3 mm dan sudut kemiringan kaca 15^2. Tinggi permukaan air dari dasar 20 mm dijaga konstan dan diberi pegabut yang mensirkulasikan air didalam basin. Intensitas matahari yang direkam diproleh tertinggi pada hari yaitu 420.85 W/m^2 dan intensitas terrendah pada yaitu 97.90 W/m^2. Energi yang diserap tertinggi 9.78 kWh dan yang terendah 1.37 kWh. Efisiensi energy yang diserap tertinggi 94.47% dan efisiensi terendah 21.71%. Total exergy evaporator tertinggi 0.562 kWh dan exergy evaporator terendah 0.023 kWh sedangkan exergy dari energi yang diterima dari matahari tertinggi 8.638 kWh dan exergy energy yang diterima dari matahari terendah 2.010 kWh.

.Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam buku ini yang harus diperbaiki dan dikembangkan. Oleh karena itu kritik, saran dan masukkan atas buku ini sangat penulis harapkan. Semoga buku ini dapat bermanfaat yang sebesar-besarnya bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Akhirnya penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan buku ini, Sekian dan terimakasih.

Medan, Maret 2021

Wawan Septiawan Damanik

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
BAB I PENDAHULUAN
A. Kebutuhan Air Bersih 1
B. Potensi Air Laut 2
BAB II DESALINASI
A. Definisi Desalinasi 5
B. Doubel Slope 8
BAB III AIR LAUT DAN ENERGI MATAHARI
A. Air Laut 12
B. Energi Matahari 13
BAB IV THERMODINAMIKA PADA LINGKUNGAN EPAVORATOR DESALINASI
A. Temperatur dan Koefisien Eksternal Dari Evaporator 21
B. Temperatur dan Koefisien Internal Dari Evaporator 24
C. Kesetimbangan EnergiDari Evaporator 30
D. Energi, Efisiensi dan ExergiDari Evaporator 32
E. Evaluasi Hasil Dari Desalinasi 33
BAB V DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA
A. Data 34
1. Intensitas Matahari 35
2. Data Keceptan Angin 36
3. Data Temperatur Kaca Air dan Lingkungan Saat Pengujian 37
4. Data Air Bersih Hasil Pengujian 49
B. Nilai-Nilai Koefisien Perpindahan Panas Pada Sistem 50
1. Koefisien Perpindahan Panas dan Jumlah Air Bersih 51
2. Energi Yang Disesrap 63
3. Efisiensi Energi 65
4. Exergi Keseluruhan Evaporator 67
5. Efisiensi Exergi 70
C. Perhitungan Statistik dan Proses Desalinasi 71
1. Persentase Jumlah Produksi Air Bersih 71

2. Pembahasan Energi 79
3. Pembahasan Exergi..... 81
4. Perbandingan Unjuk Kerja Alat Desalinasi Aktiv Dan Pasiv 85
BAB VI PENUTUP..... 90
DAFTAR NOTASI..... 92
DAFTAR PUSTAKA 96

BAB I
PENDAHULUAN

A. Kebutuhan Air Bersih

Air yang bersih dan layak dikonsumsi sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup khususnya manusia. Sulitnya mendapatkan air bersih yang layak dikonsumsi menyebabkan beberapa masyarakat rela untuk membelinya dan harus menempuh jarak yang cukup jauh dari rumahnya, dan ada beberapa daerah yang harus rela menggunakan air yang tidak layak dipergunakan untuk kebutuhan sehari-hari sepeti mandi dan mencuci pakaian bahkan terkadang sampai harus dikonsumsi karena susahnya mendapatkan air bersih, seperti pada daerah-daerah desa yang berada di pesisir laut, daerah perindustrian, maupun yang berada dipulau-pulau terpencil dan daerah tidak pesisir tetapi susah air bersih seperti Provinsi Riau, khususnya daerah pedalaman Bagan Siapi-api desa teluk dalam dan sekitarnya dan masih banyak lagi daerah-daerah di Indonesia seperti di pulau jawa yang sering terjadi musim panas hingga menyebabkan kekeringan. Selama ini kebutuhan air bersih meraka yang tiggal di pesisir pantai dan daerah lingkungan yang airnya payau hanya mengharapkan turunnya hujan, dan jika musim kemarau tiba mereka harus pergi keluar desa untuk membeli air bersih agar dapat dikonsumsi dan dipergunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

Sementara itu disisi lain, berkurangnya cadangan air yang terkandung didalam tanah akibat dari tidak mampunya tanah untuk menahan air agar terserap kedalam tanah, ini disebabkan oleh tidak adanya akar-akar pohon yang seharusnya ada untuk menahan air agar dapat terserap oleh tanah yang dikarenakan oleh berkurangnya pepohonan yang ada dipermukaan tanah akibat dari penebangan hutan secara

sembarangan. Kira-kira, 70% permukaan planet kita ditutupi oleh air, dari persentase ini 97.2%adalah air asin yang berada di lautan 2.1% es dikutub dan sekitar 0.7% yang dapat di pergunakan manusia baik air yang berada dipermukaan tanah maupun didalam tanah [1]. Menurut peneliti asal yordania persentase air tawar yang tersedia adalah sekitar 3% dari total air di planet kita. Sayangnya, distribusi waduk air tawar, di seluruh dunia, tidak merata. Daerah Arid misalnya, Yordania dan sebagian besar negara Timur Tengah mengalami penurunan debit air tawar sebagai cadangan juga ada yang telah tercemar dan mengandung racun [2].

B. Potensi Air Laut

Dilihat dari permasalahan yang ada maka dibutuhkan solusi untuk mengatasi sulitnya mendapatkan air bersih yang ada pada masyarakat mengingat potensi yang ada belum dimanfaatkan secara efektif seperti air laut, air payau dan sinar matahari.Selama ini air laut hanya dilihat sebagai ombak-ombak yang besar dan indah dipandang mata belum maksimal di dalam memanfaatkan sebagai kebutuhan hidup sehari-hari. Begitu juga dengan mataharai yang akhir-akhir ini banyak peneliti-peneliti dunia membicarakan tentang energi terbarukan yang memanfaatkan panas matahari sebagai sumber energi. Untuk itu dibutuhkan suatu teknologi yang tepat dalam permasalahan ketersediaan air bersih yang memanfaatkan air laut atau air payau untuk di proses menjadi air bersih dan memanfaatkan sinar dari matahari sebagai sumber energi utama yaitu teknologi desalinasi. Dimana desalinasi ialah suatu metode penyulingan air laut atau air yang telah terkontaminasi oleh zat lain dan sulit untuk di pisahkan, prinsip kerjanya melalui proses pemanasan hingga menguap dan menghasilkan embun air tawar yang bersih, dan juga dapat memisahkan kadar garam pada air laut, atau kotoran yang terdapat pada air dan menghasilkan air tawar yang dapat dikonsumsi dengan hasil produksi yang terbaik

tetapi tetap menggunakan energi yang murah dan ramah lingkungan.

Desalinasi merupakan alternative lain dalam mengatasi kekurangan sumber air bersih dengan memanfaatkan ketersediaan air laut yang tidak akan habis [3]. Proses desalinasi juga teknologi yang ramah lingkungan karena menggunakan energi matahari sebagai sumber energi utama. Pada tahun lalu mereka melakukan penelitian tentang desalinasi vakum, dari hasil penelitian mereka yang dilakukan selama 6 hari didapatkan laju penguapan tertinggi pada hari yang kelima yaitu dengan jumlah energi 3.447.578 J, dengan jumlah total energi untuk mengguapkan air laut selama 6 hari pengujian 16.011.732 J, dengan menggunakan solar kolektor. Hasil eksperimen dengan menggunakan solar kolektror didapat air tawar yang paling banyak pada hari yang ke-5 yaitu 1.4 liter, dengan efisiensi kolektor 73% [3]. Menurut M.A. Eltawil beberapa tahun sebelumnya, banyak negara di dunia seperti negara-negara Timur Tengah, negara-negara Arab, Amerika Utara, beberapa negara Asia, Eropa, Afrika, Amerika Tengah, Amerika Selatan dan Australia telah melakukan desalinasi untuk memenuhi kebutuhanakan air tawarmereka [4]. Ada beberapa metodologi didalam desalinasi seperti multi-stageflash, penyulingan multi-efek, kompresi uap, osmosis reversal, dan electro-dialysis yang sudah diketahui. Sistem desalinasi konvensional terutama yang menggunakan bahan bakar fosilmenurut sebuah studi oleh Kalogirou (2005), sekitar 10.000 ton bahan bakar fosil dibakar untuk sistem desalinasi listrik di dunia.

Penyulingan dengan menggunakan energi matahari adalah teknologi yang paling sederhana, hemat biaya, dan ramah lingkungan untuk pemurnian air. Menurut M.A. Eltawil, 2009 akhir-akhir ini didunia Energi yang paling banyak digunakan adalah energi matahari yang sampai 57%. Diperkirakan di masa depan, desalinasi didukung oleh energi matahari (dinamakan sebagai desalinasi matahari), akan lebih populer. Bahkan negara-negara dengan produsen minyak besar

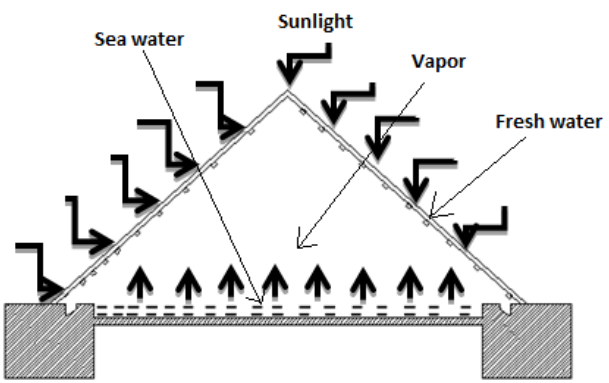
seperti Arab Saudi meningkatkan penggunaan energi matahari untuk menyalakan sistem desalinasi mereka guna mengembangkan sistem desalinasi yang berkelanjutan [4].

Diantara proses desalinasi, sistem penyulingan yang paling sederhana dan paling murah adalah system kemiringan pada lereng pasif tunggal dan sistem lereng ganda. Proses desalinasi ini mampu digunakan untuk memurnikan air yang terkontaminasi yang mengandung konsentrasi garam hingga 10.000 ppm (bagian per juta) [5]. Desalinasi dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu. pasif dan aktiv matahari. Malik dkk meneliti pekerjaan penyulingan matahari pasif dan kemudian Tiwari dkk mempelajari proses dari sistem distilasi matahari aktiv kemiringan tunggal dan ganda dan pasif kemiringan tunggal dan ganda. Mereka menyimpulkan bahwa penyulingan matahari pasif bisa lebih ekonomis di lihat dari segi pembuatannya untuk menyediakan air minum dibandingkan dengan penyulingan matahari aktiv. Akan tetapi dilihat dari kinerja yang dihasilkan desalinasi aktiv kemirinan ganda masih lebih baik dibandingkan kinerja desalinasi pasif kemiringan ganda [6]. Maka solusi yang tepat dalam mengatasi masalah sulitnya air bersih dari beberapa metode proses dealinasi jika dilihat dari sisi penggunaannya, proses desalinasi air laut metode aktiv kemiringan ganda yang diharapkan mampu memberikan jumlah debit air bersih yang dihasilkan besar dengan proses yang murah. Selain bertujuan meninngkatkan suhu air pada evaporator dengan menambahkan pompa sebagai alat penginjeksi air laut, pompa yang bersumber tenaga dari portovoltaik ini juga diharapkan memberikan pengaruh laju penguapan pada air laut mengingat terjadinya proses penguapan bukan hanya harus memberikan kalor pada air, tetapi dapat juga dengan perlakuan beda tekanan ataupun kelembaban udara sekitar.

BAB II
DESALINASI

A. Definisi Desalinasi

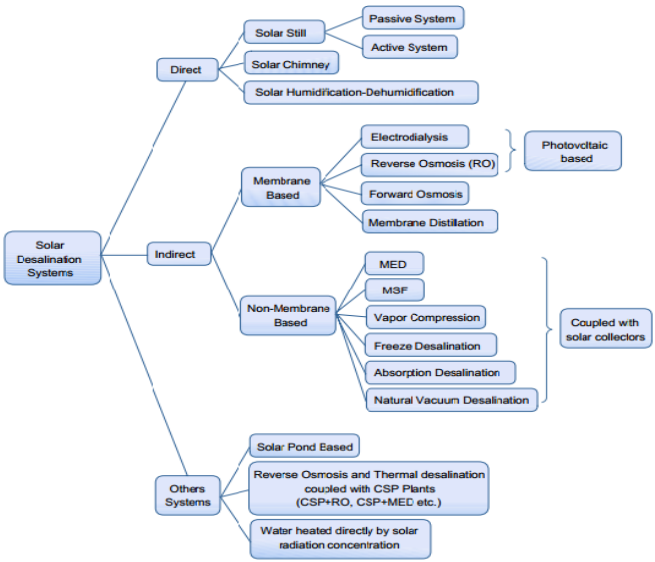
Desalinasi ialah teknik pemisahan dua atau lebih komponen yang memilki perbedaan tinggi titik didih yang jauh atau berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan [6]. Suatu campuran biasa dapat dipisahkan oleh proses desalinasi untuk memeproleh zat aslinya atau senyawa murni. Senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap karena diberi kalor pada saat mencapai titik didih masing-masing lalu uap tersebut didinginkan kembali dalam bentuk cairan. Proses desalinasi membutuhkan jumlah energi panas untuk proses pemuaian, semangkin tinggi energi panas yang diberikan maka air akan semangkin cepat memuai, berikut dapat dilihat proses desalinasi sederhana pada gambar 2.1 dengan memanfaatkan matahari sebagai sumber energi utama.



Gambar 2.1 Sistematis desalinasi pasif sederhana dengan lereng ganda [6].

Dengan menggunakan lereng ganda maka proses desalinasi akan lebih efektif karena sinar matahari yang di terpancar dapat diterima baik dari arah timur maupun dari arah barat. Daerah tempat terjadi pemuaianpun jelas lebih luas yang mengakibatkan air dapat lebih cepat mencapai titik jenuh dan memuai menjadi uap dikarenakan ketebalan air yang tipis yang memungkinkan cepatnya terjadinya konduksi antara partikel-partikel air, [11].

Proses desalinasi pada air laut sering disebut dengan proses desalinasi yang memaanfaatkan panas untuk menaikkan suhu temperatur laut hingga memuai atau terjadi eveporasi, air yang terevaporasi menghasilkan uap air bersih dan garam yang terkandung pada air tidak terepavorasi dan membentuk kristal garam pada dasar ruang evaporasi. Ada beberapa klasifikasi dari proses desalinasi yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi. Klasifikasi tersebut berinduk dari proses desalinasi air laut dan membelah menjadi beberapa metode yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dari setiap metode yang ada.



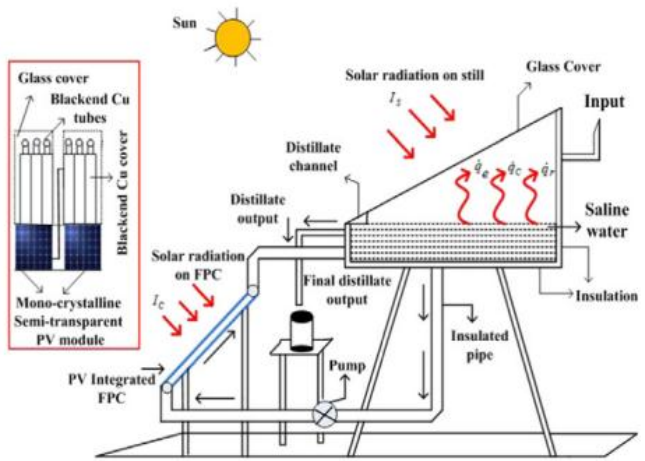
Gambar 2.2 Klasifikasi proses desalinasi [6].

Dilihat dari gambar klasifikasi di atas maka kita dapat mengetahui berbagai caradan metode dalam melakukan percobaan tentang proses desalinasi air laut. Salah satu dari klasifikasi dari gambar diatas yang kami gunakan ialah *solar still double and single slope* dengan *active system*, atau sering disebut dengan desalinasi sederhana.Pada *passive system* perencanaan alat dibuat menggunakan *double slupe* tanpa menggunakan pompa untuk mensirkulasikan air yang ada pada tabung evaporator, sedangkan pada *active system* perencanaan alat dirancang menggunakan pompa untuk mensirkulasikan juga menginjeksikan.

Pada aktiv sistem, bentuk alat desalinasi tidak jauh berbeda dengan bentuk alat passive desalinasi hanya saja pada active desalinasi sirkulasi air di evaporator mengunakan pompa untuk mensirkulasikan air yang telah mendapat energi panas dari matahari. Sistem aktiv memanfaatkan energi yang diterima secara langsung dari matahari atau energi eksternal untuk mempercepat laju penguapan air [15]. Ada beberapa macam perangkat yang memungkinkan untuk meningkatkan produksi air bersih pada proses desalinasi sistem seperti multi efek solar aktiv. Seperti namanya, multi-efek solar aktiv merupakan perangkat yang berbeda dan memiliki beberapa kelebihan sistem multi-efek dan sistem aktiv. Memiliki beberapa tahap yaknimetode yang paling menonjol dikompres ke still evaporator dan memungkinkan penggunaan praktis beberapa energi yang diterima[14]. Namun, karena setalah diamati panas dan kenyataan bahwa sistem tidak ideal, hal ini tidak sepenuhnya tercapai dalam kondisi nyata. Oleh karena itu, efek dari jumlah tahapan adalah salah satu parameter terpenting dalam stills surya multi efek yang harus diselidiki [14]. Fernandez dan Chargoy [15] menyelidiki kinerja tahunan dari 7 tahap desalinasi energy matahari,mereka menyimpulkan bahwa prinsip dasar desalinasi air laut multi-efek terdengar dan dapat diandalkan, dan dapat menghemat biaya operasi peralatan yang sangat sederhana namun, upaya lebih lanjut

harus dilakukan, untuk menentukan ukuran unit penyulingan yang lebih baik [14]. Xiong dkk menyelidiki secara eksperimental perumahan outdoor solar thermosiphon aktiv tiga tahap dan menympulkan bahwa 40% produksi air tawar terjadi pada malam hari [16].

Oleh karena itu, produksi air tawar harus diukur setiap jam selama keseluruhan eksperimen untuk mengetahui perwujudan perangkat multi-efek secara akurat, terutama yang memiliki kedalaman air yang tinggi. Namun, tidak ada penelitian tentang efek dari matahari aktiv yang melaporkan produksi air tawar per jam selama periode 24 jam [14].



Gambar 2.3 Desalinasi *active system* pada *single slope* [4].

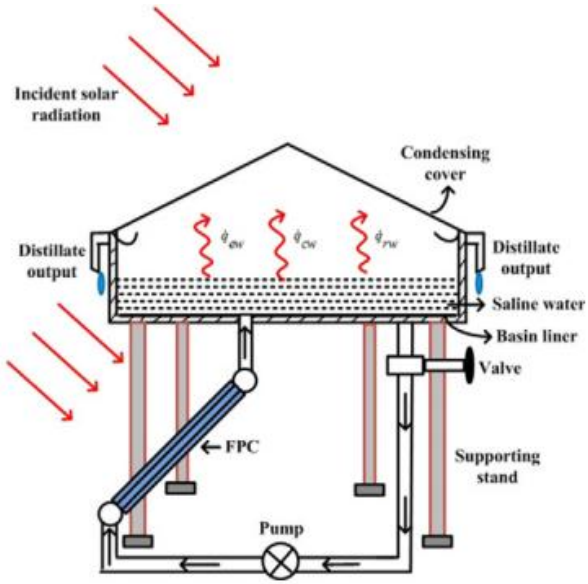
B. Doubel Slope

Pada kajian ini evaporator yang direncanakan adalah model *double slope.*Ada beberapa penelitian tentang desalinasi yang sering dijadikan topik pembahasan seperti kemiringan tunggal cekungan tunggal, lereng ganda dan piramida berbentuk piramid telah diteliti secara eksperimental dan teoritis. Saat sinar matahari kontak langsung dengan permukaan kaca kolektor dan proses kondensasi tetesan butir-butir embun yang telah melekat pada permukaan kaca telah

dipelajari sebelumnya oleh peneliti dari Belgia yang menyatakan bahwa sudut kemiringan permukaan kaca sangat memberi pengaruh terhadap jumlah panas yang diserap dari matahari dan jumlah energi yang terpantulkan oleh permukaan [7].

Eksperimen yang pernah dilakukan di daerah Ma'an di Yordania dari Januari 2015 sampai Desember 2015 pada hari yang cerah dengan menggunakan tenaga surya dengan ketinggian yang berbeda dan sudut kemiringan yang berbeda dari 15°,30° dan 45°. Singh pada tahun 2016 melakukan pengujian desalinasi denggan kemiringan tunggal selama satu tahun pada sisitem pasif dihasilkan jumlah air bersih 1739.15 kg air bersih dengan rata-rata jumlah air setiap bulannya 85-150 kg sesuai denagan besar intensitas matahari, dan untuk kemiringan ganda jumlah air bersih selama satu tahun didapatkan 1555.79 kg [27]. Sudut kemiringan optimal tahunan 30,3°, 45°, dan 65° disarankan untuk kemiringan tunggal lereng ganda dan piramid berbentuk pyramid [18]. Energi matahari bisa dimanfaatkan untuk mendapatkan air minum dari air payau melalui penggunaan tenaga surya.Sistem semacam itu menangkap air *evapo-rated* (atau suling) dengan mengembunkannya ke permukaan miring yang dingin.

Solar pasif konvensional sederhana masih terdiri dari penutup kaca, cekungan dan saluran pengumpul air tawar dan penutup kaca baik *single*, *double slope* dan piramida. Tempat mengalirnya payau di cekungan dicat hitam dipanaskan oleh tenaga surya yang dipancarkan yang telah diserap oleh evaporator. Dalam sistem ini, wadah air payau dan air laut dapat dianggap sebagai evaporator, dan penutup kaca sebagai kondensor.Desalinasi matahari adalah metode ekonomis dan ramah lingkungan dari pada semua metode desalinasi konvensional lainnya.Ada beberapa jenis evaporator pemanfaatan energi surya, jenis yang paling sederhana dapat dilihat pada gambar berikut. Namun, hasil cekungan tunggal masih rendah dan berada pada kisaran 1.5 sampai 3 liter [19,20,21].



Gambar 2.4 Desalinasi *active doubel slope* [4].

Tiwari [22] menyelidiki pengaruh kemiringan tutup kondensasi .Dalam pengujian yang dilakukan, sudut kaca ditentukan secara eksperimental pada 5L sehingga tetes air bisa bergerak di bawahnya dan tergelincir ke bawah, namun sudut 8L dianggap dan memastikan semua tetes dikumpulkan. Dalam kondisi operasional pengaruh laju aliran air pendingin terhadap produktivitas sistem desalinasi pada berbagai nilai temperatur air pendingin yang berbeda. Mereka mengamati bahwa dengan meningkatkan laju aliran air pendingin dan menurunkan temperatur air pendingin masuk yang berakibat temperatur permukaan pendingin udara menurun maka laju kondensasi dan produktivitas air tawar juga meningkat [8]. Sementara peneliti dari Jordan mengatakan pengaruh penggandengan kolektor surya dan plat datar pada permukaan bagian luar yang kontak langsung dengan matahari. Mereka menemukan bahwa penggandeng kolektor matahari dapat meningkatkan produktivitas sebesar 36% [9]. Pendinginan penutup kaca diamati pada peningkatan perbedaan temperatur

(suhu kaca - suhu air) serta pada peningkatan produktivitas air. Efek pendinginan penutup kaca menunjukkan peningkatan produktivitas air sekitar 17-23% [10]. Sementara efek kedalaman air pada hasil harian dari matahari aktiv masih terintegrasi dengan kolektor plat datar. Mereka menunjukkan bahwa hasil menurun dengan meningkatnya massa air [5].

BAB III
AIR LAUT DAN ENERGI MATAHARI

A. Air Laut

Air laut adalah sejenis cairan dengan komponen kompleks, mengandung lebih dari 80 unsur kimia yang diketahui sebagian besar ada dalam bentuk ion dan setiap unsur tersebut ada kemungkinan mempengaruhi laju proses desalinasi. Selama proses konsentrasi dan kristalisasi air laut, ion diendapkan sebagai garam, di antaranya isi 11 komponen melebihi 1 ppm (lihat Tabel dibawah ini). Komponen ini dianggap sebagai elemen utama air laut, menyumbang 99,58% dari total salinitas. Selain itu, ada banyak jenis gas terlarut di air laut [11].

Tabel 3.1 Unsur utama air laut [11]

Elements	Cl	Na	Mg	S	Ca	K	Br	Sr	B	Si	F
Bentuk (exsistensi)	Cl^-	Na^+	$Mg2^+$	$(SO_2)^{2-}$	Ca^{2+}	K^+	Br^-	Sr^{2+}	$B(OH)_3$	$Si(OH)_4$	F
Kadar (ppm)	19,000	10,500	13500	885	400	380	65	8.0	4.0	3.0	1.3

Dari tabel dibawah ini juga dapat dilihat unsur-unsur gas yang terkandung pada air laut.

Tabel 3.2 Unsur gas yang terkandung pada air laut

Gas	Co_2	N_2	O_2	Ar
Kadar (ppm)	102.5	12.82	8.05	0.479

Air laut tidak hanya memiliki unsur gas yang terkandung didalamnya tetapi ada sifat kimia yang mempengaruhi

karakteristik sifat air. Untuk sifat kimia dari air laut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Sifat kimia pada air laut

Nilai PH	Clorin	Salinitas	Total kadar garam
7.5-8.4	~19.38	~34.85	~35.07

Air laut memeiliki sifat fisik umum yang berbeda dengan air tawar sifat fisik air laut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.4 Sifat fisik air laut

Density (kg/m^3)	Cp (kj/kg °C)	Panas penguapan (kj/kg)	Titik beku (°C)	Titik didih (°C)	Tekanan uap (pa)	Tekanan osmotic (pa)	Visicositas dynamic (kg/m s)
1023.4	3.90	2436.3	-1.91	100.56	$0.9812p_o$	-0.084T	0.96×10^{-3}

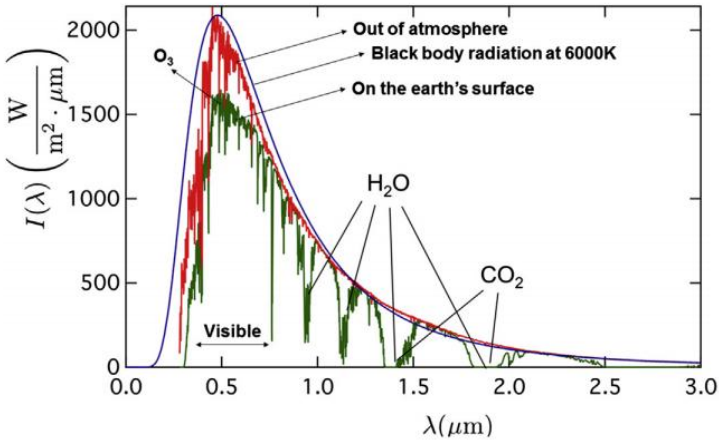
Laut menurut sejarahnya terbentuk 4,4 milyar tahun yang lalu, dimana awalnya bersifat sangat asam dengan air yang mendidih (dengan suhu sekitar 100°C) karena panasnya Bumi pada saat itu. Asamnya air laut terjadi karena saat itu atmosfer Bumi dipenuhi oleh karbon dioksida. Secara perlahan-lahan, jumlah karbon dioksida yang ada diatmosfer mulai berkurang akibat terlarut dalam air laut dan bereaksi dengan ion karbonat membentuk kalsium karbonat. Sinar Matahari yang masuk menyinari Bumi dan mengakibatkan terjadinya proses penguapan sehingga volume air laut di Bumi juga mengalami pengurangan dan bagian-bagian di Bumi yang awalnya terendam air mulai kering. Proses pelapukan batuan terus berlanjut akibat hujan yang terjadi dan terbawa ke lautan, menyebabkan air laut semakin asin.

B. Energi Matahari

Energi matahari adalah sebuah energi yang termasuk kedalam kategori energi terbarukan yang pada belakangan ini menjadi perhatian oleh masyarakat dunia didalam peman-

faatannya. Hampir semua bentuk energi yang ada dipermukaan bumi telah mengadopsi dan menyimpan energi matahari menjadi bentuk yang lain, seperti proses photosintesis yang terjadi pada daun yang memanfaatkan sinar matahari dalam proses pembentukan energi kimia yang bersal dari cahaya matahari untuk mempercepat pembentukan makanan pada tumbuhan. Selain pada tumbuhan masih banyak lagi macam-macam dari penggunaan cahaya matahari seperti pada bidang teknik, dimana pancaran cahaya dan panas yang diterima dari matahari dan dimanfaatkan di bumi menggunakan teknologi seperti, pemanasan matahari, photovoltaic (PV). Hal ini secara filosofis dianggap bahwa energi bagi kehidupan di bumi berasal dari matahari yang di konversikan kedalam beberapa bentuk lainnya [25]. Belakangan ini banyak peneliti yang melakukan penelitian yang berkaitan dengan desalinasi maupun diluar desalinasi dengan memanfaatkan energi matahari. Murahnya energi yang didapatkan membuat para peneliti giat utnuk terus melakukan penelitian.

Energi dari matahari biasanya dimanfaatkan di bumi menggunakan perangkat aktiv seperti sel PV dan untuk desalinasi metodologi pasif ialah konstruksi yang tepat untuk menyerap radiasi matahari. Hal ini diakui bahwa perkembangannya terjangkau tak habis dan bersih, teknologi energi surya akan memiliki manfaat yang besar dan ini akan menghemat energi negara melalui ketergantungan pada sumber daya impor yang tak habis-habisnya dan sebagian besar meningkat dan bekerlanjutan, mengurangi polusi menurunkan angka mitigasi yang disebut pemanasan global dan mungkin mengontrol harga bahan bakar fosil [25].



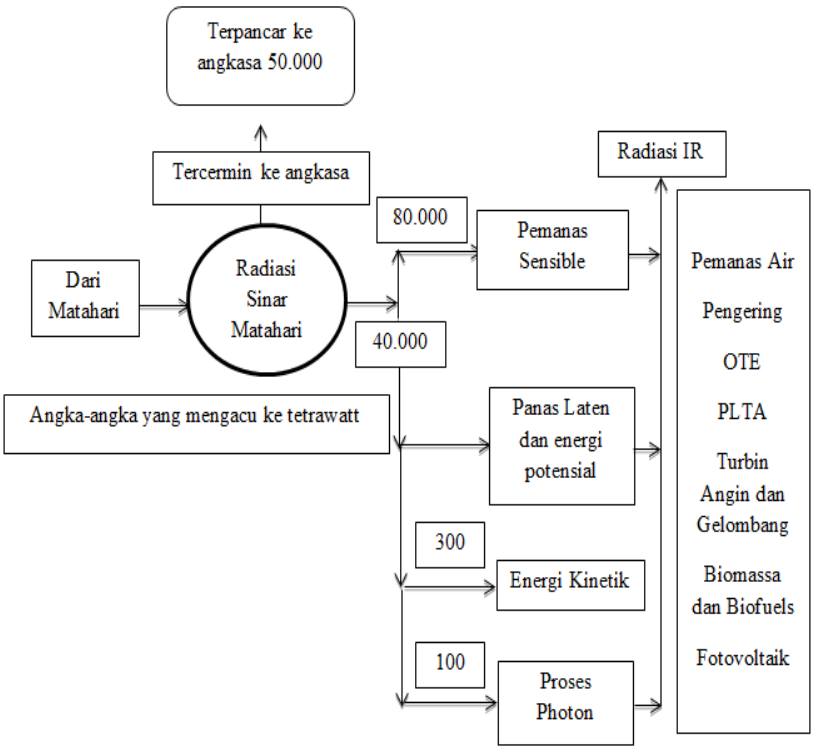
Gambar 3.1 Gambar spectrum matahari.

Spektrum matahari di atmosfer luar dan di permukaan bumi ditampilkan dan dibandingkan dengan radiasi benda hitam data yang sesuai pada berbagai panjang gelombang dalam hal kontribusi persen yang mungkin dapat mengontrol harga bahan bakar fosil diberikan dalam gambar dan tabel. Agar lebih jelas dan dapat melihat besaran dari gerafik diatas maka kita dapat melihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.5 Karakteristik gelombang sinar matahari

Energi rasio setiap panjang gelombang range (warna range) di spectrum		
Panjang gelombang (nm)	jumlah surya spectrum %	Spectral rentang
0 e 310	0.019	UV jauh
310 e 325	0.21	UV jauh
325 e 350	1.0	UV jauh
350 e 400	3.8	UV
400 e760	43.9	Terlihat
760 e	52,3	Untuk infra merah
UV, ultra violet		

Jika dilihat pada tabel diatas maka kita dapat mengetahui sejauh mana energi matahari yang tersedia di bumi. Pernyataan itu menjelaskan bahwa jumlah energi yang mencapai permukaan bumi setiap jam lebih besar dari jumlah energi yang digunakan oleh penduduk bumi selama satu tahun. Ini berarti bahwa kelangkaan energi yang sering kita teriakkan adalah hanya ilusi. Jika sumber energi ini bisa dimanfaatkan dan disimpan, manusia tidak akan perlu khawatir tentang kekurangan sumber energi atau bertempur untuk mendapatkan sumber energi. Ada berbagai perkiraan dari jumlah radiasi matahari yang diterima oleh bumi. Satu dokumen menunjukkan bahwa bumi menerima 174.000 terawatts (TW) dari radiasi matahari yang masuk di bagian atas atmosfer.Sekitar 30% adalah dipantulkan kembali ke angkasa sedangkan sisanya diserap oleh awan, lautan, dan daratan [25].



Gambar 3.2 Diagram alir pengunaan energi matahari [25].

Setiap detik, matahari mengubah sekitar 650.000.000 ton energi menjadi helium.Diperkirakan bahwa energi matahari telah digunakan sekitar 50% dari sumber energi.Reaksi termonuklir ini menghasilkan panas dan radiasi elektromagnetik. Panas yang digunakan untuk mempertahankan reaksi termonuklir radiasi elektromagnetik dalam bentuk foton (sebagian besar 45% cahaya tampak, 52% cahaya inframerah, dan sebagian kecil dari radiasi UV. Maka energi yang dilihat sebagian besar 45% cahaya tampak, 52% cahaya inframerah, dan sebagian kecil dari radiasi UV keluar ke angkasa ke segala arah.

Hal ini membebankan suatu kondisi di mana manusia harus mampu memanfaatkan komponen energi panas dari radiasi matahari untuk penggunaan secara efektif, dan karenanya kita harus menggunakan kolektor surya yang tepat [25]. Urutan perkiraan besarnya beberapa sumber energi terbarukan diberikan dalam tabel, di antara sumber energi terbarukan, tenaga air dan bahan bakar solar memasok listrik paling diikuti oleh angin dan panas bumi [25].

Tabel 3.6 Urutan perkiraan besarnya beberapa sumber energi terbarukan

Sumber Energi	Dunia			
	Potensial Teoritis (TW)	Potensial yang diekstrak ($TW_{Bahan\ Kimia}$)	Potensi Teknis ($TW_{Bahan\ Kimia}$)	2001 Supply ($TW_{Bahan\ Kimia}$)
PLTA	12 TW_m	3.5	1.2	0.23
Pasang surut air laut	2.4 TW_m	0.60	0.037	5×10^{-5}
Angin	1000 TW_m	250	14	5×10^{-3}
Panas Bumi	44 TW_t	2.8	1.9	5×10^{-3}
Listrik	89.000	58.000	7500	15×10^{-5}

Tenaga Surya	TW_P			
Bahan Bakar Solar	89.000 TW_P	61.000	2500	0.19
Panas Matahari	89.000 TW_P	19.000	5600	$6 X 10^{-4}$
Subskrip menunjukkan kimia, listrik, mekanik, fotonik, dan termal. Direproduksi dari draftversi kerja, 2006 20 April Solar FAQ.				

Konversi tenaga surya untuk listrik tergantung pada teknologi dan juga tergantung pada perangkat yang kita gunakan.

BAB IV
THERMODINAMIKA PADA LINGKUNGAN EPAVORATOR DESALINASI

Thermodinamika ialah ilmu yang banyak membahas tentang perubahan energi, salah satunya ialah perpindahan panas dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang lebih rendah seperti yang dituliskan pada asas Black.Sinar matahri yang diterima oleh air mengakibatkan suhu pada air naik dikarenakan sinar yang datang mengandung energi panas dan air mengalami konveksi keseluruhan pada permukaannya dan permukaan air meneruskan energi panas konduksi keseluruhan dari air. Besarnya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda/fluida dari 1 gr massa bahan sebesar 1˚C dapat diketahui dengan persamaan dibawah ini.

$$Q = M.C_p\Delta t \tag{4.1}$$

Dimana M adalah massa zat yang digunakan pada percobaan yaitu massa air laut yang mengandung garam, dan tentu berbeda massa airnya dengan massa air yang tidak mengandung garam. Untuk Cp adalah panas jenis air laut yang digunakan dapat dilihat pada tabel propertis air laut ,dan untuk Δt adalah ialah temperatur sebelum dan sesudah percobaan. Kalor uap adalah proses penguapan yang terjadi karena perubahan wujud dari bentuk cair menjadi gas. Untuk mengubah fase air menjadi gas tentunya memerlukan jumlah kalor yang berbeda-beda sesuai dengan jenis zat tersebut.Untuk menguapkan 1 kg zat cair menjadi uap atau gas pada titik didihnya disebut dengan kalor uap (U).Dari penjelasan diatas maka dapat dirumuskan menjadi.

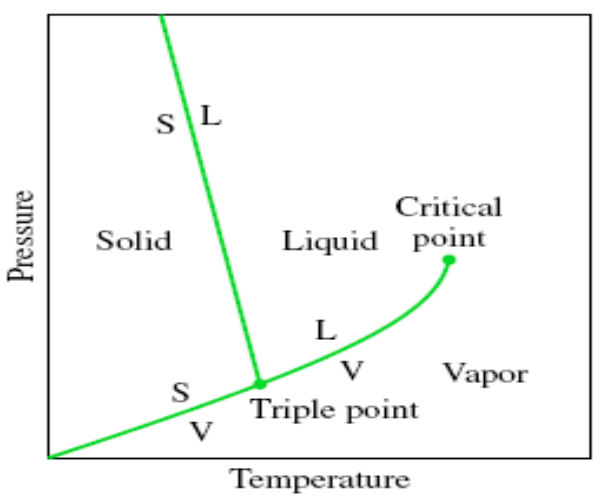
$$Q = M \,.\, U \tag{4.2}$$

Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi dari permukaan media padat atau fluida yang diam

menuju fluida yang mengalir (bergerak) atau sebaliknya dimana diantara keduanya memiliki perbedaan temperatur [22].

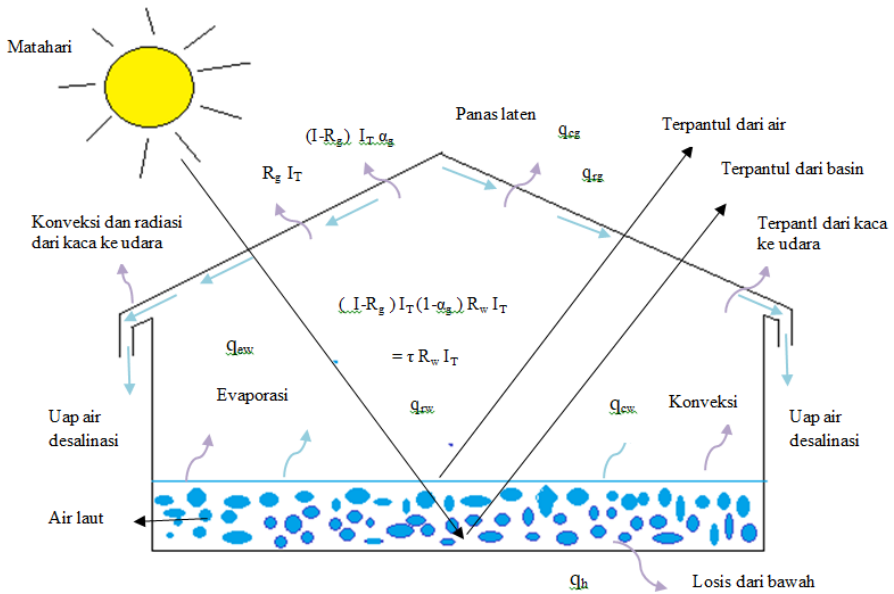
$$q_{conv} = h.A.(T_s - T_\infty) \tag{4.3}$$

Selain perpindahan panas konveksi ada juga perpindahan panas radiasi, konduksi dan evaporasi yang akan terjadi pada saat pengujian alat desalinasi silakukan. Oleh karena itu diperlukan persamaan didalam membahas data-data hasil pengujian.



Gambar 4.1 Diagram fasa [26].

Pada diagram fasa diatas dapat dilihat bahwa semangkin tinggi temperatur air maka air semangkin mudah menguap. Tetapi air juga dapat menguap pada tekanan rendah walaupun temperatur air tidak setinggi titik didihnya pada 1 atm. Hal ini sangat berkaitan terhadap proses desalinasi yang mana proses penguapan yang terjadi pada evaporator disebabkan faktor tekanan didalam rendah dibawah 1 atm sehingga air dapat menguap walaupun jauh dari temperature didihnya.



Gambar 4.2. Proses penyerapan panas matahari.

Dalam percobaan yang dilakukan permukaan air yang terkena sinar matahai akan mengalami proses konveksi, besarnya preoses terjadinya konveksi tergantung kepada luas permukaan yang terkonveksi (A), beda suhu antara permukaan benda dengan fluida dan koefisien konveksi (h) yang tergantung pada viscositas fluida. Sesuai gambar diatas ada beberapa tempat yang akan di amati dibawah ini.

A. Temperatur dan Koefisien Eksternal Dari Evaporator

Energi panas yang dipancarkan matahari langsung diterima oleh kaca penutup evaporator selanjutnya akan masuk kedalam evaporator dan terserap oleh air. Jumlah panas yang diterima tidaklah sama besarnya dari sisi timur dan sisi barat. Maka untuk mendapatakan temperatur gelas sisi luar atau T_{goE} dan T_{goW} dapat dicari dengan persamaan berikut, [5,27,29,233,36,37].

$$T_{goE} = \left[\frac{\frac{k_g}{L_g} + T_{giE} + h_{1gaE} T_a}{\frac{k_g}{L_g} + h_{1gE}} \right] \tag{4.4}$$

Dimana untuk temperatur kaca luar sisi barat dapat di gunakan persamaan berikut:

$$T_{goW} = \left[\frac{\frac{k_g}{L_g} + T_{giW} + h_{1gaW} T_a}{\frac{k_g}{L_g} + h_{1gW}} \right] \tag{4.5}$$

Nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan antara penutup evaporatorluar dari sisi timur dan udara sekitar lingkungan dibutuhkan untuk menghitung temperatur air.Untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan U_{gaE} dan U_{gaW} dapatdicari pada persamaan dibawah ini [5,29,30,31,33].

$$U_{gaE} = \left[\frac{h_{1gE} \left(\frac{k_g}{L_g} \right)}{\left(\frac{k_g}{L_g} \right) h_{1gE}} \right] \tag{4.6}$$

$$U_{gaW} = \left[\frac{h_{1gW} \left(\frac{k_g}{L_g} \right)}{\left(\frac{k_g}{L_g} \right) h_{1gW}} \right] \tag{4.7}$$

Dimana persamaan untuk mendapatkan koefisien perpindahan panas antara kaca dengan udara dapat digunakan persaman berikut, [335].

$$U_{ga} = \left[\frac{h_{bf}}{2 \times h_{bf} + h_{ba}} \right] \tag{4.8}$$

Besar total koefisien perpindahan panas sisi luar kaca sebelah Timur dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$h_{1gE} = h_{cE} + h_{rE} \tag{4.9}$$

Sedangakan untuk sebelah barat dapa digunakan persamaan berikut.

$$h_{1gW} = h_{cW} + h_{rW} \tag{4.10}$$

Dikarenakan ketebalan kaca yang ditetapkan tidak terlalu tebal yaitu 3 mm, maka dapat dianggap proses konveksi dan radiasi yang terjadi pada evaporator sama, maka dapat dihitung pada persamaan berikut [25].

$$q_{tot} = q_{cg} + q_{rg} \tag{4.11}$$

Dimana:

$$q_{cg} = h_{cg}\left(T_g - T_\infty\right) \tag{4.12}$$

$$q_{rg} = h_{rg}\left(T_g - T_\infty\right) \tag{4.13}$$

Besarnya q_{cg} yang didapat akan berpariasi jika besar kecepatan udara lingkungan tidak setabil maka diasumsikan kecepatan udara rata-rata pada lingkungan dan ditetapkan koefisien perrpindahan panas konveksi sebagai berikut [25].

$$h_{cg} = \left[\begin{matrix} \left[5.7 + 3.8 \times V\right] : \leq 5 m/s \\ \left[6.15 \times V^{0.8}\right] > 5 \text{ m/ s} \end{matrix} \right] \tag{4.14}$$

Pada permukaan kaca besar koefisien perpindahan panas radiasi pada sisi timur terjadi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [25].

$$h_{rgaE} = \frac{\in_g \times \sigma \times \left(T_g^4 - T_{sky}^4\right)}{\left(T_g - T_a\right)} \quad (2.15)$$

Dimana pada sisi barat kaca dengan persamaan berikut [25].

$$h_{rgaW} = \frac{\in_g \times \sigma \times \left(T_g^4 - T_{sky}^4\right)}{\left(T_g - T_a\right)} \quad (4.16)$$

Untuk mencari temperatur udara dengan persamaan berikut [25].

$$T_{sky} = T_a - 6 \text{ , dan} \quad (4.17)$$

Dan total koefisien perpindahan panas radiasi sebagai berikut [25].

$$h_{rgTot} = h_{rgaE} + h_{rgaW} \quad (4.18)$$

Dengan mensubtitusikan q_{cg} terhadap q_{rg} maka didapatkan persamaan dalam mencari q_{tot} di bawah ini [21].

$$q_{Tot} = h_{tot}\left(T_g - T_\infty\right) \quad (4.19)$$

$$h_{Tot} = h_{cg} + h_{rg} \quad (2.20)$$

Setelah selaesai menghitung energi sisi luar evaporator maka dilanjutakan pada sisi dalam dari evaporator.

B. Temperatur dan Koefisien Internal Dari Evaporator

Energi yang diterima dari matahari tidak hanya diterima oleh kaca melainkan hampir semua permukaan yang bersentuhan dengan udara bebas mendapatkan rambatan panas dari sinar matahari baik secara konveksi, konduksi

maupun radiasi. Maka didapatkan persamaan yang dapat digunakan untuk mencari nilai temperatur kaca sisi dalam sebelah timur dan sisi dalam sebelah barat T_{giE} dan T_{giW} untuk itu dapat dilihat pada persamaan dibawah ini,[5,27,29,31,33,35,36,37].

$$T_{giE} = \left[\frac{A + T_{bf} B}{H} \right] \tag{2.21}$$

Dan sisi barat,

$$T_{giW} = \left[\frac{A + T_{bf} B}{H} \right] \tag{2.22}$$

Untuk dapat melengkapi persamaan diatas dengan mencari nilai (*A*,A′,*B*,*B*′dan *H*) dapat digunakan persamaan berikut,[29,31,35].

$$A = C_1 U_1 + C_2 \tag{2.23}$$

$$A' = C_1' U_1 + C_1' \tag{2.24}$$

$$B = \left(h_{1bf,E} U_2 + h_{1bf,W} h_{EW} A_{gE} \right) \left(\frac{A_b}{2} \right) \tag{2.25}$$

$$B' = \left(h_{1bf,W} U_1 + h_{1bf,W} h_{EW} A_{gE} \right) \left(\frac{A_b}{2} \right) \tag{2.26}$$

$$C_1 = \alpha_g I_{SE} A_{gE} + U_{gaE} T_a A_{gE} \tag{2.27}$$

$$C_2 = \alpha_g I_{SW} h_{EW} A_{gE} A_{gW} + U_{gaW} T_a h_{EW} A_{gE} A_{gW} \tag{2.28}$$

$$C_1' = \alpha_g I_{SW} A_{gE} + U_{gaW} T_a A_{gW} \tag{2.29}$$

$$C_2' = \alpha_g I_{SE} h_{EW} A_{gE} A_{gW} + U_{gaE} T_a h_{EW} A_{gE} A_{gW} \tag{2.30}$$

$$H = U_1 U_2 - h_{EW}^2 A_{gE} A_{gW} \tag{2.31}$$

$$U_1 = h_{1bf,E}\left(\frac{A_b}{2}\right) + h_{EW} A_{gE} + U_{gaE} A_{gE} \tag{2.32}$$

$$U_2 = h_{1bf,W}\left(\frac{A_b}{2}\right) + h_{EW} A_{gW} + U_{gaW} A_{gW} \tag{2.33}$$

Untuk mencari temperatur basin T_b pada persamaan dapat diselesaikan dengan persamaan berikut [27].

$$T_b = \frac{\left[\alpha\left(I_{SE} + I_{SW}\right) + 2\left(T_{bf} h_{b,bf} + T_a h_{ba}\right)\right]}{2\left(h_{b,bf} + h_{ba}\right)} \tag{2.34}$$

Dimana temperatur air T_f atau temperatur fluida di-dalam basin/evaporator dapat dicari dengan persamaan berikut [27,28,30,33].

$$T_f = \frac{f_1(t)}{a_1}\left(1 - e^{-a_1 \Delta t}\right) T_{f0} e^{-a_1 \Delta t} \tag{2.35}$$

Sedangkan mencari nilai nilai $\bar{f}_1(t)$ada dau persamaan yang dapat diselesaikan dengan persamaan dibawah ini [29].

$$\bar{f}_1(t) = \frac{\left[C_{22} + T_a C_{33} + C_{44}\right]}{M_f C_f} \tag{2.36}$$

Dimana nilai a didapat pada persamaan berikut [29].

$$a = \left[\frac{C_{11} + C_{33}}{M_f C_f}\right] \tag{2.37}$$

Untuk nilai M_f ialah massa fluida dan C_f ialah panas spesifik fluida, dan selanjutnya dapat di cari dengan persamaan berikut [24,22].

$$C_{11} = \left(\frac{A_b}{2}\right)\left[h_{1f,E}\left(1-\frac{B}{H}\right)+h_{1f,W}\left(1-\frac{B}{H}\right)\right] \quad (2.38)$$

$$C_{22} = \left(\frac{A_b}{2}\right)\left(h_{1f,E}+I_{SW}\right)\left(\alpha_f+2\alpha_b U_{ga}\right) \quad (2.39)$$

$$C_{33} = U_{ba}A_b \quad (2.40)$$

$$C_{44} = \left(\frac{A_b}{2}\right)\left(\frac{1}{H}\right)\left(h_{1f,E}A+h_{1f,W}A'\right) \quad (2.41)$$

Perpindahan panas yang terjadadi didalam evaporator sering disebut dengan perpindahan panas internal, yang terutama terdiri dari radiasi, konveksi hingga terjadi penguapan air pada kaca penutup evaporator, maka perlu dihitung secara matematik besar energi yang berkerja pada ruang evaporator.Sebelumnya telah diketahui perinsip dari perpindahan panas radiasi akan berlangsung jika antara dua buah benda memiliki beda temperatur. Maka didalam evaporator terjadinya radiasi antara kaca penutup dengan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [25].

$$q_{rW} = h_{rW}\left(T_w - T_g\right) \quad (2.42)$$

Persamaan matematik untuk perpindahan panas radiasi ini juga di subtitusikan dengan persamaan Stefan Boltz yaitu [25].

$$q_{rw} = \in_{eff} \times\sigma\times\left[\left(T_w+273\right)^4-\left(T_g+273\right)^4\right] \quad (2.43)$$

Maka setelah mengeleminasi maka didapat koefisien perpindahan panas radiasi dari air ke permukaan kaca sisi dalam h_{rw} persamaan berikut [2,28].

$$h_{rw} = \frac{\in_{eff} \times\sigma\times\left[\left(T_w+273\right)^4-\left(T_g+273\right)^4\right]}{\left(T_w-T_g\right)}$$

Juga

$$h_{rw} = \in_{eff} \times \sigma \times \left[(T_w + 273)^2 + (T_g + 273)^2 \times (T_w + T_g _ 546) \right] \quad (2.44)$$

Dimana daya efektiv dari air kepermukaan kaca yaitu emisivitas efektif dapat duhitung dengan persamaan berikut [26,28].

$$\in_{eff} = \left[\frac{1}{\in_w} + \frac{1}{\in_g} - 1 \right]^{-1} \quad (2.45)$$

Dimana nilai konstanta akanmenjadi ($\in_w$ = 0.95), ($\in_g$ = 0.95).

Perpindahan panas konveksi didalam evaporator terjadi pada udara yang lembab didalamnya karena bedatemperatur permukaan air dan kaca penutup. Untuk persamaan matematiknya dapat dilihat dibawah ini [25].

$$q_{cw} = h_{cw} (T_w - T_g) \quad (2.46)$$

Perbedaaan suhu efekektif (ΔT) yang terjadai dapat dihitung melalui persamaan berikut [25,28,32].

$$\Delta T = T_W - T_g + \frac{(P_w - P_g) \times (T_w + 273)}{268.9 \times 10^3 - P_w} \quad (2.47)$$

Pada persamaan (2.48) dapat dilihat bahwa besar koefisien perpindahan panas konveksi h_{cw} dan persamaan yang digunakan sebagi berikut [25,28,32,33].

$$h_{cw} = 0.884 \left[(T_w - T_g) + \frac{(P_w - P_g) \times (T_w + 273)}{268.9 \times 10^3 - P_w} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2.48)$$

Dimana P_W dan P_g ialah tekanan uap pada permukaan air, maka dapat dicari dengan persamaan berikut [25,27,32].

$$P_W = \exp\left[25.317 - \left(\frac{5144}{273 + T_W}\right)\right] \tag{2.49}$$

$$P_g = \exp\left[25.317 - \left(\frac{5144}{273 + T_g}\right)\right] \tag{2.50}$$

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung nilai tekanan parsial uap didalam evaporator.Kapasitas panas dari air dapat dicari dengan persamaan berikut [31].

$$\begin{aligned} C_f &= 4217 - 0.00561 \times T_b + 0.00129 \times T_b^{1.5} \\ &- 0.000115 \times T_b^2 + 4149 \times 10^{-6} \times T_b^{2.5} \end{aligned} \tag{2.51}$$

Disaat kajian dilakukan banyak tejadi kehilangan panas pada saat penguapan di evaporator. Hilangnya panas dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kecepatan proses penguapan air yang berkaitan dengan efisiensi kerja alat dan hasil yang didapatkan. Nilai koefisien penguapan meruppakan nilai yang sangat mempengaruhi tinnggih rendahnya hasil dari penelitian oleh sebab itu nilai ini harus diketahui, maka dengan persamaan ini kita dapat mmencarinya [25,32].

$$q_{ew} = h_{ew} \times \left(T_w - T_g\right) \tag{2.52}$$

$$q_{ew} = 16.273 \times 10^{-3} \times h_{cw} \times \left(P_w - P_g\right) \tag{2.53}$$

Dimana untuk menghitung koefisien perpindahan panas evaporasi pada ruang evaporator dapat dihitung dengan persamaan berikut [24,27,31,232].

$$h_{ew} = 16.273 \times 10^{-3} \times h_{cw} \times \frac{\left(P_w - P_g\right)}{\left(T_w - T_g\right)} \tag{2.54}$$

Sedangkan untuk mencari koefisien perpindahan panas radiasi didalam antara kaca sisi timur dan barat dapat di gunakan persaman berikut, [33,37].

$$h_{EW} = 0.034 \times 10^{-8}\left[\left(T_{giE}+273\right)^2+\left(T_{giW}+273\right)^2\right]\times\left[T_{giE}+T_{giW}+546\right] \quad (2.55)$$

Untuk koefisien perpindahan panas total yang diperoleh dari ketiga koefisien perpindahan panas diatas maka diproleh sebagai berikut [25].

$$h_{tw} = h_{cw} \times h_{ew} \times h_{rw} \quad (2.56)$$

Dan

$$q_{tw} = q_{cw} \times q_{ew} \times q_{rw} \quad (2.57)$$

C. Kesetimbangan EnergiDari Evaporator

Pentingnya mengetahui berapa besar energi yang berada didalam ruang evaporator dikarenakan jumlah air yang dihasilkan sangatlah bergantung dengan energi yang diterima air, untuk itu maka diperlukan menghitungenergi yang berda didalam ruang evaporator, dengan cara mencari koefisien-koefisien perpindahan panas yang terjadi.

Panas yang ada pada ruang evaporator pastinya tidak steady, tetap dan continue pasti ada terjadi perpindahan panas melalui alas, dinding, semua itu karna ada perbedaan tinggi temperatur antara lingkungan dan ruang evaporator, baik itu terjadi secara konveksi, radiasi dan konduksi, besarnya koefisien kehilangan panas yang terbuang pada evaporator dapat dihitung melalui persamaan berikut, [33].

$$h_{ba} = \left[\frac{L_i}{K} + \frac{1}{5.7+3.8\times V}\right]^{-1} \quad (2.58)$$

Setalah menghitung nilai koefisien kehilangan panas pada sisi bawah evaporator maka dapat dilanjutkan dengan menghitung kesetimbangan energi dari sisi luar evaporator dan sisi dalam evaporator juga kesetimbangan energi pada basin dapat digunakan persamaan berikut, [5,27,28,29,30,31,35,36,38].
Kesetimbangan Energi sisi Timur

$$\alpha_g I_{SE} A_{gE} + h_{1bf,E}\left(T_{bf} - T_{giE}\right)\left(\frac{A_b}{2}\right) - h_{EW}\left(T_{giE} - T_{giW}\right)A_{gE}$$

$$= \left(\frac{K_g}{L_g}\right)\left(T_{giE} - T_{goE}\right)A_{gE}$$

(2.59)

Dimana pada sisi timur luar dan dalam dapat disederhakan:

$$\left(\frac{K_g}{L_g}\right)\left(T_{giE} - T_{goE}\right)A_{gE} = h_{1gE}\left(T_{goE} - T_a\right)A_{gE} \qquad (2.60)$$

Sisi Barat dalam dapat digunakan persamaan berikut.

$$\alpha_g I_{SW} A_{gW} + h_{1bf,W}\left(T_{bf} - T_{giW}\right)\left(\frac{A_b}{2}\right) - h_{EW}\left(T_{giW} - T_{giW}\right)A_{gW}$$

$$= \left(\frac{K_g}{L_g}\right)\left(T_{giW} - T_{goW}\right)A_{gW}$$

(2.61)

Dimana pada sisi Barat luar dan dalam dapat disederhakan:

$$\left(\frac{K_g}{L_g}\right)\left(T_{giW} - T_{goW}\right)A_{gW} = h_{1gW}\left(T_{goW} - T_a\right)A_{gW} \qquad (2.62)$$

Dan kesetimbangan energi pada basin dapat digunakan persamaan berikut.

$$\alpha_b\left(I_{SE}A_{SW}\right) = 2h_{b,f}\left(T_b - T_f\right) + 2h_{ba}\left(T_b - T_a\right) \qquad (2.63)$$

Setelah didapat kesetimbangan energi pada sisi luar dana dalam evaporator juga pada basin selanjutnya menghitung kesetimbangan energi yang diterima air pada evaporator (*Base Fluid*) dengan persaaan berikut.

$$M_f C_f \frac{dt_f}{dt} = \alpha_f \left(I_{SE} + I_{SW}\right)\left(\frac{A_b}{2}\right) + 2h_{b,f}\left(T_b - T_f\right)\left(\frac{A_b}{2}\right) - h_{1f,E}$$

$$\left(T_f - T_{giE}\right)\left(\frac{A_b}{2}\right) - h_{1f,W}\left(T_f - T_{giW}\right)\left(\frac{A_b}{2}\right)$$

(2.64)

Maka dpat dilanjutkan mencari efisiensi dan exergi dari system desalinasi.

D. Energi, Efisiensi dan ExergiDari Evaporator

Untuk mencari energi dan exergi yang diterima perjam dapat dengan persamaan berikut,[5,29,38].

$$En_{hours} = \left[h_{ef,E}\left(T_{bf} - T_{giE}\right) + h_{ef,W}\left(T_{bf} - T_{giW}\right)\right]Ab \qquad (2.65)$$

Untuk mencari nilai Exergi perjam dapat dituliskan sebagai berikut,[5,29,31,38,].

$$Ex_{Eva} = \left\{h_{ef,E}\left[\left(T_f - T_{giE}\right) - \left(T_a + 273\right)\ln\left(\frac{T_f + 273}{T_{giE} + 273}\right)\right] + \right.$$

$$\left. h_{ef,W}\left[\left(T_f - T_{giW}\right) - \left(T_a + 273\right)\ln\left(\frac{T_f + 273}{T_{giW} + 273}\right)\right]\right\}$$

(2.66)

Untuk mencari nilai exergi yag masuk Ex_{in} dapat digunakan persamaan berikut,[37].

$$Ex_{in} = 0.933 \times \left[\left(A_{gE} \times I_{SE}(t)\right) + \left(A_{gW} + I_{SW}\right)\right] \qquad (2.67)$$

Dimana nilai 0.933 dapat dicari dengan persamaan berikut,[39]

$$\left[1 - \frac{4}{3} \times \left(\frac{Ta}{Ts}\right) + \frac{1}{3} \times \left(\frac{T_a}{T_s}\right)^4\right] = 0.933 \qquad (2.68)$$

Dimana T_s adalah temperatur matahari 6000 ^{O}K.[39] Efisiensi energikeseluruhan dari proses dapat dicari dengan persamaan berikut [37].

$$\eta_{En} = \frac{\left(m_{ewE} + m_{ewW}\right) \times L}{\left(A_{gE} - I_{SE}(t)\right) + \left(A_{gW} - I_{SW}(t)\right) \times 3600} \times 100$$

(2.69)

Dan untuk efisiensi exergi dapat dicari dengan persamaan berikut,[5,38].

$$\eta_{Ex} = \left(\frac{1}{0.993 \times A_s \times I_s(t)}\right)\left\{h_{ef,E}\left[\left(T_f - T_{giE}\right) - \left(T_a + 273\right)\ln\left(\frac{T_f + 273}{T_{giE} + 273}\right)\right] + h_{ef,W}\left[\left(T_f - T_{giW}\right) - \left(T_a + 273\right)\ln\left(\frac{T_f + 273}{T_{giW} + 273}\right)\right]\right\}$$

(2.70)

Persamaan diatas digunakan untuk mencari jumlah dan besar energi efisiensi dan exergi yang di terima oleh evaporator.

E. Evaluasi Hasil Dari Desalinasi

Air tawar yang dihasilkan disaat proses ini sangat diharapkan sebab ini termasuk didalam tujuan kajian yang dilakukan. Persamaan dibawah ini dapat digunakan untuk menghitung jumlah air tawar yang dihasilkan [25,33].

$$M_w = \frac{q_{ew} \times 3600}{L} \tag{2.71}$$

$$M_W = L\,\frac{h_{ew} \times \left(T_w - T_g\right) \times 3600}{} \tag{2.72}$$

Dimana nilai L ialah panas laten dari udara lembab didalam evaporator[25,34].

$$L = 2.4935 \times 10^6 \times \begin{bmatrix} 1 - 9.4779 \times 10^{-4} \times T_V \\ + 1.3132 \times 10^{-7} \times T_V^2 \times 4.7974 \times 10^{-9} \times T_V^3 \end{bmatrix}$$

(2.73)

BAB V
DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA

A. Data

Pengambilan data dilakukan pada pagi hingga sore hari selama 7 hari dengan mengamati dari setiap temperatur dari setiap termokopel yang melekat pada sisi-sisi yang telah ditentukan.Ada 6 titik yang diamati melalui termokopel kenaikan temperaturnya pada sisi luar kaca sebelah timur di pagi hari merupakan sisi yang pertama terkena sinar matahari sedangkan sisi luar barat belum terkena cahaya matahari secara langsug hingga menjelang siang.Perbedaan temperatur permukaan kaca pun terlihat jelas pada pagi hari sisi luar timur merupakan sisi yang paling tinggi temperaturnya dibandingkan sisi luar barat. Sedangkan untuk sisi dalam timur dan barat hanya berbeda beberapa derajat saja tidak seperti perbandingan sisi luarnya dikarenakan sisi dalam stemperatur ruangan akan mengalami keragaman dikarenaka ruangan tersebut tertutup rapat dan diisolasi sehingga terjadi penimbunan panas. Untuk kerja spray pengabut air juga ternyata berguna untuk menurunkan temperatur ruangan evaporator karena air yang dikabutkan menyerap udara panas yang ada diruangan sehingga air mudah menglami penguapan dikarenakan temperatur air lebih tinggi dibandingkan temperatur permukaan kaca tempat terjadinya kondensasi.

Kecepatan angin pada lingkungan juga banyak mempengaruhi naik turunnya temperatur permukaan kaca yang berpengaruh terhadap kecepatan laju pengembunan.Jika dilihat naiknya temperatur juga berbanding lurus dengan besar intensitas sinar matahari yang dibaca oleh sensor, sehingga pariabel kecepatan laju aliran udara sangatlah berpengaruh terhadap temperatur permukaan kaca.

Debit air didalam evaporator juga diamati dan selalu ditambah jika permukaan air sudah dibawah batas atas yang diberikan. Untuk melihat data yang didapat dari pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

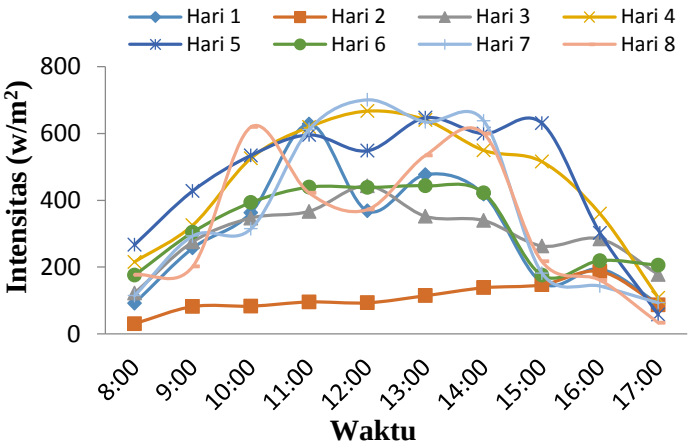
1. Intensitas Matahari

Intensitas matahari sangat mempengaruhi temperatur permukaan kaca intensitas matahari yang diperoleh pada saat pengujian ditampilkan pada table 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Data Intensitas matahari setiap hari

Waktu	Intensitas Matahari (W/m^2)							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
8:00	91.9	30.60	121.90	215.60	266.90	175.60	114.40	176.90
9:00	256.9	81.90	275.60	325.60	428.10	304.40	293.10	201.90
10:00	363.1	83.10	346.90	525.60	534.40	393.10	314.40	619.40
11:00	628.1	95.60	366.90	619.40	595.60	439.40	611.90	421.90
12:00	368.1	93.10	443.10	666.90	548.10	438.10	700.60	371.90
13:00	476.9	114.40	351.90	640.60	646.90	443.10	634.40	534.40
14:00	418.1	138.10	339.40	549.40	599.40	421.90	638.10	599.40
15:00	153.1	146.90	263.10	515.60	630.60	175.60	181.90	216.90
16:00	194.4	186.90	284.40	359.40	301.90	219.40	143.10	160.60
17:00	90.6	86.90	178.10	108.10	58.10	205.60	93.10	33.10
18:00	11.90	19.40	50.60	50.60	19.400	40.60	34.40	29.40
Rata-rata	277.55	97.90	274.72	416.07	420.85	296.07	341.76	305.98

Dengan melihat tabel diatas maka jelas terlihat tinggi rendahnya intensitas matahari setiap harinya dan hal ini sangat mempengaruhi jumlah air bersih saat pengujian. Intensitas matahari tertinggi terlihat pada hari ketujuh hingga mencapai 700.60 W/m^2 dan intensitas matahari terrendah dijumpai pada hari ke kedua tertinggi hanya sampai 186.9 W/m^2, grafik intensitas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.1. Grafik waktu terhadap Intensitas matahari

Pada gambar diatas dapat dilihat naik turunnya intensitas yang terjadi setiap hari perjamnya. Naikturunnya internsitas terkadang dapat disebabkan adanya awan yang melitas tepat menutupi sinar matahari yang akan sampai ke evaporator.

2. Data Keceptan Angin

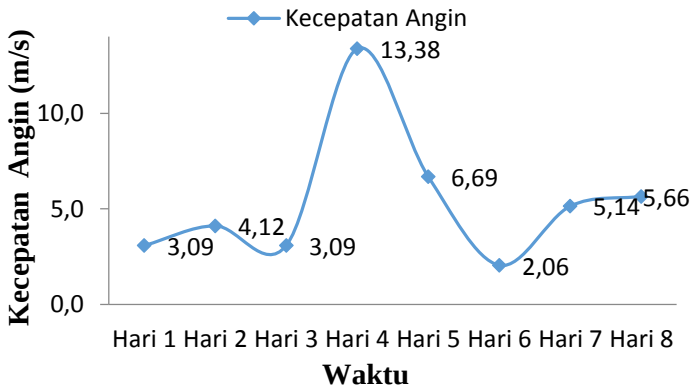
Proses konveksi dari kaca keudara lingkungan sangat bergantung kepada tingginya kecepatan angin yang berhembus pada permukaan kaca karena mempercepat laju perpindahan panas konveksi. Data hasil pengujiankecepatan angin dapat dilihat pada table 5.2berikut.

Tabel 5.2 Data kecepatan angin

Waktu	Kecepatan Angin (m/s)							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
8:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
9:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
10:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
11:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66

12:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
13:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
14:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
15:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
16:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
17:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66
18:00	3.09	4.12	3.09	13.38	6.69	2.06	5.14	5.66

Pada tabel diatas dapat dilihat data kecepatan angin setiap harinya, dan dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut grafik data kecepatan angin setiap harinya.



Gambar 5.2. Grafik waktu terhadap Intensitas matahari setiap harinya

Gambar diatas menampilkan grafik kecepatan angin setiap harinya, dan dapat dilihat naik turunnya kecepatan angin pada hari pengujian.

3. Data Temperatur Kaca Air dan Lingkungan Saat Pengujian

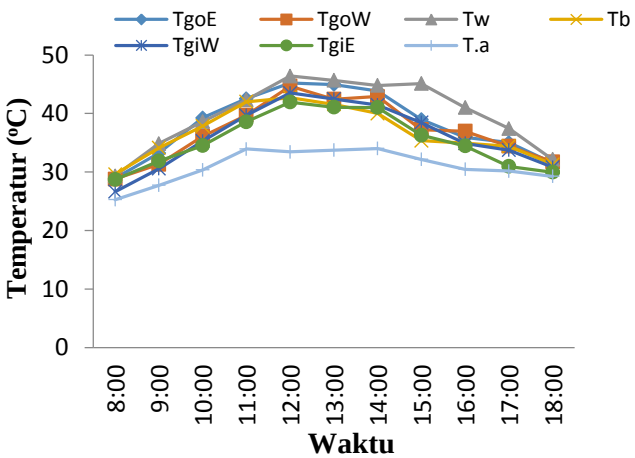
a. Data Pengujian Hari Pertama

Setelah dilakukuan pengujian maka didapatkan data pengujian pada hari pertama sebagai berikut.

Tabel 5.3 Data hasil pengujian hari pertama

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	28.90	28.81	29.35	29.61	26.65	28.71	25.28
9:00	33.22	31.32	34.88	34.12	30.57	31.90	27.73
10:00	39.25	36.11	38.61	37.85	35.29	34.51	30.37
11:00	42.54	39.72	42.34	42.01	39.68	38.60	33.94
12:00	45.21	44.68	46.40	42.71	43.51	41.95	33.44
13:00	44.95	42.45	45.67	41.58	42.46	41.08	33.76
14:00	43.86	42.90	44.79	40.02	41.45	41.02	34.02
15:00	38.96	37.26	45.12	35.36	38.44	36.29	32.18
16:00	35.92	36.97	41.02	34.94	34.90	34.46	30.47
17:00	35.02	34.42	37.43	34.40	33.75	30.96	30.17
18:00	31.57	31.76	32.17	31.32	30.82	29.97	29.27

Dari tabel diatas jelas dilihat kenaikan dimulai pada pagi hari sisi luar kaca sebelah timur disusul kenaikan suhu dalam evaporator, berikut ditampilkan dalam grafik.



Gambar 5.3 Grafikwaktu terhadap temperatur hari pertama.

Pada hari pertama intensitas matahari tinggi dan kecepatan angin rata-rata 3.09 m/s. Dikarenakan

penimbunan panas akibat rapatnya celah udara dan dinding diisolasi sehingga menyebabkan udara panas yang menembus kaca evaporator terkurung tidak dapat keluar walaupun ada yang kembali lagi tekonveksi melalui kacaevaporator. Pada hari kedua dan seterusnya, kondisi temperatur lingkungan tidak sama dengan hari pertama terkadang mengalami kenaikan dan sesekali juga mengalami penurunan.

b. Data Pengujian Hari Kedua

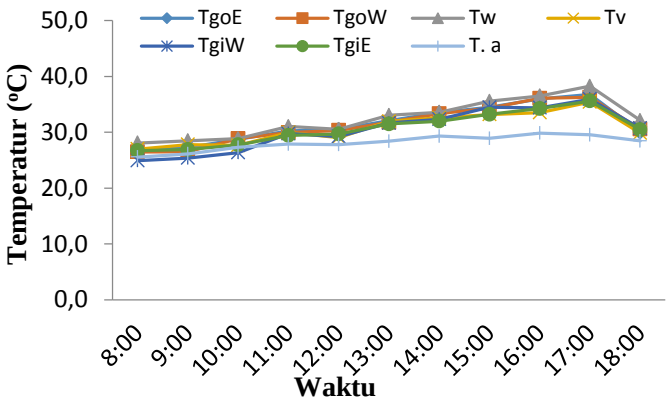
Data hasil pengunjian dihari kedua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.4 Data hasil pengujian hari kedua.

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	26.71	26.47	28.07	27.00	24.92	26.71	25.55
9:00	27.29	26.55	28.47	27.79	25.38	26.91	26.13
10:00	28.73	28.84	28.87	27.66	26.37	27.73	27.31
11:00	30.27	29.96	31.04	29.94	29.78	29.44	27.88
12:00	30.52	30.32	30.53	29.07	29.22	29.68	27.80
13:00	32.10	31.77	33.05	31.95	31.66	31.49	28.39
14:00	33.49	33.34	33.60	32.60	32.34	31.97	29.32
15:00	34.51	34.29	35.56	33.19	33.49	33.22	28.92
16:00	35.97	36.07	36.51	33.53	33.38	33.24	29.87
17:00	36.79	36.26	38.25	35.41	34.74	34.61	29.54
18:00	30.01	30.55	32.14	29.86	30.73	30.47	28.44

Jika dilihat pada tabel hari pengujian yang kedua terlihat jelas perbedaan suhu Antara hari pertama pengujian dengan hari kedua, intensitas matahari pada hari selasa lebih rendah dipagi hari hingga menjelang siang dibandingkan pada hari kudua.Hal ini menyebabkan kenaikan temperatur pada hari kedua mengalami penurunan dibandingkan dengan hari pertama. Tetapi semangkin sore intensitas matahari semngkin naik

sedikit demi sedikit yang membuat temperatur mengalami kenaikan juga, walaupun harus berada bertahan tidak jauh derastis naik, dikarenakan kecepatan angin juga pada hari itu tidak terlalu tinggi rata-rata 4.12 m/s. Data intensitas matahari setiap harinya perjam akan ditampilkan kedaam bentuk tabel yang akan dibahas setelah data temperatur.



Gambar 5.4 Grafik waktu terhadap temperatur hari kedua pengujian

Dari grafik diatas dapat dilihat kenaikan temperatur tidak terlalu tinggi hanya mendatar dan bertahan.

c. Data Pengujian Hari Ketiga

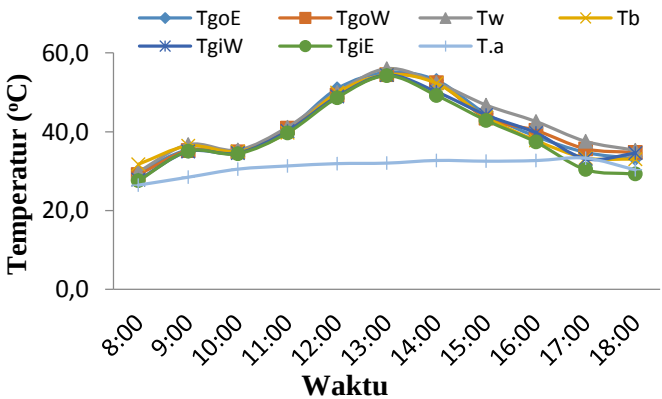
Data hasil pengujian pada hari ketiga dapat dilihat pada table 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Data hasil pengujian hari ketiga.

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	29.87	29.12	29.87	31.77	27.80	27.58	26.48
9:00	35.41	35.23	36.76	36.41	34.98	35.08	28.47

10:00	35.17	34.88	35.37	35.02	34.61	34.43	30.52
11:00	40.66	40.89	41.17	39.79	40.17	39.71	31.33
12:00	50.93	49.28	49.98	49.89	48.95	48.66	31.92
13:00	55.06	54.43	56.01	54.45	54.38	54.20	32.05
14:00	53.05	52.46	52.44	52.26	50.13	49.21	32.72
15:00	44.54	43.46	46.76	43.71	44.23	42.87	32.54
16:00	38.85	40.33	42.61	37.79	39.72	37.39	32.69
17:00	34.77	35.67	37.56	33.39	33.15	30.41	33.31
18:00	33.17	34.75	35.30	33.05	34.55	29.28	30.34

Dari tabel diatas terlihat, pada hari ketiga pengujian intensitas matahari lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian pada hari kedua dan pertama dengan kecepatan angin rata-rata 3.09 m/s. Grafik kenaikan suhu dapat dilihat pada gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.5 Grafik waktu terhadap temperatur hari ketiga pengujian

Degan melihat grafik diatas dapat memungkinkan mempermudah memahami naik turunnya temperatur pada saat pengujian hari ketiga berlangsung.

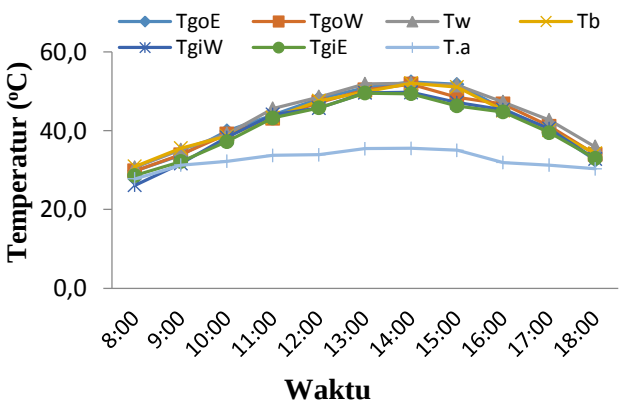
d. Data Pengujian Hari Keempat

Untuk pengujian hari keempat dapat dilihat pada table 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Data hasil pengujian hari keempat

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	29.81	29.79	30.64	30.94	26.14	28.61	27.77
9:00	33.76	33.90	35.14	35.57	31.67	32.15	31.25
10:00	39.97	39.16	39.13	38.61	38.28	37.25	32.22
11:00	44.02	43.16	45.60	43.33	44.11	43.26	33.76
12:00	48.14	47.20	48.58	47.60	45.75	45.78	33.90
13:00	50.91	50.34	51.84	49.86	49.63	49.54	35.46
14:00	52.39	51.82	52.01	52.07	49.73	49.36	35.53
15:00	51.76	48.50	51.57	51.09	47.16	46.30	35.02
16:00	45.54	46.77	47.26	45.12	45.31	44.76	31.92
17:00	40.28	41.15	42.67	40.14	40.51	39.49	31.26
18:00	32.54	33.98	35.88	34.29	32.80	32.97	30.34

Sedangkan pengujian pada hari keempat kecepatan angin rata-rata 13.38 m/s, lebih tinggi dari hari-hari sebelumnya dan ini sangat mempengaruhi temperaturkaca, air dan hasil air tawar yang diproleh saat pengujian. Berikut akan di tampilkan kenaikan temperatur pengujian dalam grafik.



Gambar 5.6 Grafik waktu terhadap temperatur hari keempat pengujian

Pada grafik diatas jelas terlihat kenaikan suhu yang stabil dan meninggi perlahan dan penurunan temperatur juga tidak terlalu derastis dan curam.Berbeda dengan data hasil pengujian pada hari ketiga, temperatur mengalami ketidak setabilan dalam kenaikan maupun penurunan temperatur. Tingginya kecepatan angin juga berpengaruh terhadapa laju konveksi lingkungan dengan perukaan kaca bagian luar.

e. Data Pengujian Hari Kelima

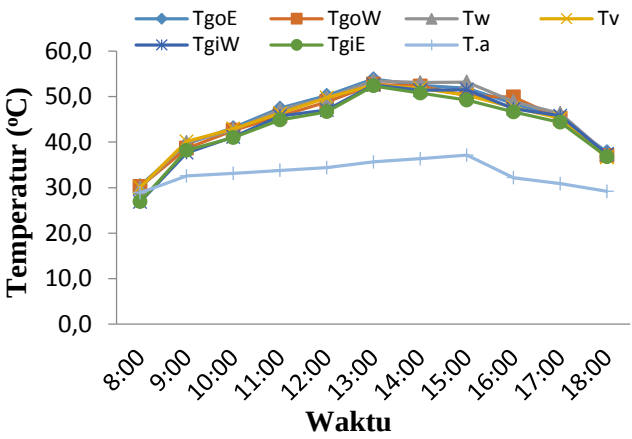
Hasil pengujian hari kelima dapat dilhat padatabel 5.7 dibawah ini.

Tabel 5.7 Data hasil pengujian hari kelima

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	30.41	30.19	29.96	30.08	26.81	26.90	28.87
9:00	39.59	38.64	39.91	40.16	37.64	38.17	32.56
10:00	43.16	42.58	42.70	42.94	41.14	40.99	33.13
11:00	47.47	45.73	47.09	46.33	45.69	44.86	33.78
12:00	50.25	48.84	49.73	49.73	47.04	46.64	34.39
13:00	53.90	52.69	53.48	52.57	52.56	52.33	35.66
14:00	52.47	52.30	53.08	51.80	51.40	50.77	36.34
15:00	51.85	50.25	53.18	50.30	51.50	49.20	37.12
16:00	48.46	49.88	48.90	47.60	47.30	46.60	32.15
17:00	45.20	45.20	46.30	45.22	45.77	44.33	30.87
18:00	37.85	37.05	37.39	36.60	37.37	36.77	29.19

Kecepatann angin juga pada hari itu rata-rata 6.69 m/s lebih rendah dibandingkan dengan hari keempat pengujian.Jumlah air yang dihalisakan pada hari kelima jauh melebihi dari hasil pengujiapada hari-hari sebelumnya, melihat dari tinginya intensitas matahari pada hari tersebut memungkinkan cepatnya kenaikan temperatur air hingga air mengalami proses penguapan. Hal ini sungguh diharapkan, tetapi tingginya temperatur air akan sangat sia-sia jika tanpa adanya penyesuaian

dengan kecepatan angin pada sisi luar evaporator pada saat pengujian,sementara diharapkan kecepatan angin akan membawa kalor yang diterima evaporator agar dapat segera menurunkan temperatur permukaan kaca melalui proses perpindahan panas konveksi keudara bebas,guna mempermudah proses kondensasi air yang melekat pada sisi dalam permukaan kaca. Berikut grafik naik turunnya temperature kaca pada saat pengujian ditampilkan gambar 5.7 dibawah ini.



Gambar 5.7 Grafik waktu terhadap temperatur hari kelima pengujian

Dari gambar 5.7 diatas dapat dilihat kenaikan temperatur dari setiap termokopel bertahap naik dengan teratur dan stabil tidak ada penurunan dan kenikan tiba-tiba.

f. Data Pengujian Hari Keenam

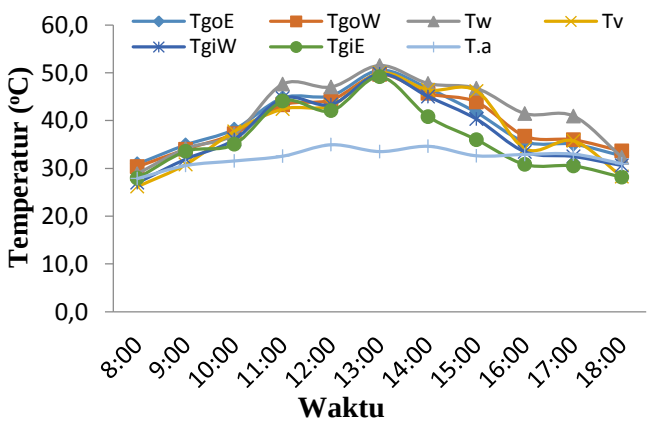
Untuk hasil pengujian hari keenam dapat dilihat pada table 5.8 dibawah ini.

Tabel 5.8 Data hasil pengujian hari keenam

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	30.93	30.35	28.90	26.19	26.99	27.96	27.88

9:00	34.93	34.00	34.19	30.85	31.97	33.57	30.60
10:00	38.19	37.27	37.18	37.75	36.03	35.05	31.56
11:00	44.76	43.25	47.65	42.43	44.66	44.07	32.56
12:00	45.23	44.35	47.05	43.17	43.37	42.05	34.94
13:00	50.54	49.66	51.55	50.00	49.76	49.16	33.52
14:00	46.74	45.67	47.78	46.43	45.03	40.83	34.62
15:00	41.67	43.88	46.75	46.18	40.30	35.99	32.64
16:00	35.56	36.72	41.47	34.11	33.46	30.81	32.92
17:00	35.07	35.98	40.95	35.75	32.49	30.51	32.98
18:00	32.62	33.60	32.32	28.25	30.60	28.15	30.98

Dari tabel diatas dapat dilihat pada hari keenam intensitas matahari sangat tinggi menyebabkan kenaikan temperaturpada air tinggi hanya saja tidak sebanding dengan tingginya kecepatan angin, pada hari keenam tinggi kecepatan angin hanya 2.06 m/s^2 tergolong rendah. Sementara cepat kondensasi pada kaca berbanding lurus dengan kecepatan angin yang menghembus permukaan kaca mempercepat proses konveksi. Dengan melihat grafik hari keenam maka mempermudah melihat tinggi kenaikan temperatur air dan kaca.



Gambar 5.8 Grafik waktu terhadap temperatur hari keenam pengujian

Dengan melihat gerafik data hasil pengujian hari keenam visualisasi dari tabel yang menyatakan kenaikan temperatur menunjukkan mengalami kenaikan yang baik secara bertahap dan penurunan temperatur yang bertahap.

g. Data Pengujian Hari Ketujuh

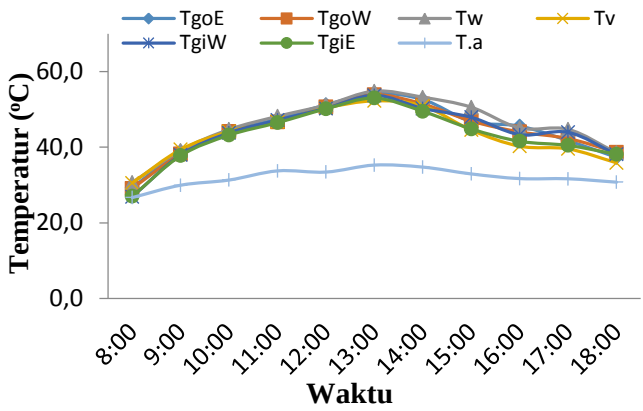
Adapaun data hasil pengujian pada hari ketujuh dapat dilihata pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Data hasil pengujian hari ketujuh

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	29.28	29.08	30.64	30.54	26.88	26.99	26.67
9:00	38.84	38.22	39.12	39.37	37.97	37.74	29.94
10:00	44.28	44.14	44.68	44.13	43.78	43.17	31.31
11:00	47.43	46.63	48.14	46.77	47.15	46.47	33.73
12:00	51.19	50.67	51.13	50.34	50.25	50.13	33.42
13:00	54.16	53.87	54.81	52.24	53.71	52.97	35.26
14:00	52.59	51.41	53.20	50.93	50.23	49.47	34.73
15:00	46.77	46.91	50.56	44.51	47.89	44.82	32.92
16:00	45.57	44.02	45.07	40.25	42.31	41.55	31.69
17:00	41.72	42.29	44.71	39.54	41.91	40.45	31.64
18:00	37.29	38.63	38.51	35.86	38.08	38.12	30.75

Tepat pada tengah hari intensitas matahari menunjukkan nilai tertinggi hingga 700.60 W/mA^2 jauh melebihi nilai intensitas pada hari-hari sebelumnya dengann kecepatan angin rata-rata mencapai 5.14 m/s.Temperatur mengalami sekali penurunan walaupun hanya sedikit namun jelas terlihat pada grafik yang tidak naik secara merata dan kembali lagi naik perlahan. Pada hari ketujuh tingginya intensitas matahari sangat disayangkan tidak sebanding dengan kecepatan angin pada hari itu, sehingga sedikitnya terjadinya proses

konveksi dari permukaan kaca ke lingkungan, grafik hari ketujuh ditampilkan pada gambar 5.9 dibawah ini.



Gambar 5.9 Grafik waktu terhadap temperatur hari ketujuh pengujian

Grafik diatas menggambarkan terjadinya kenaikan temperatur yang bertahap pada temperatur air dengan nilai tertinggi mencapai 65.57 °C pada jam 14:00 tepat dan kembali bertahap turun menjelang sore hari dikarenakan intensitas matahari meluai menurun.

h. Data Pengujian Hari Kedelapan

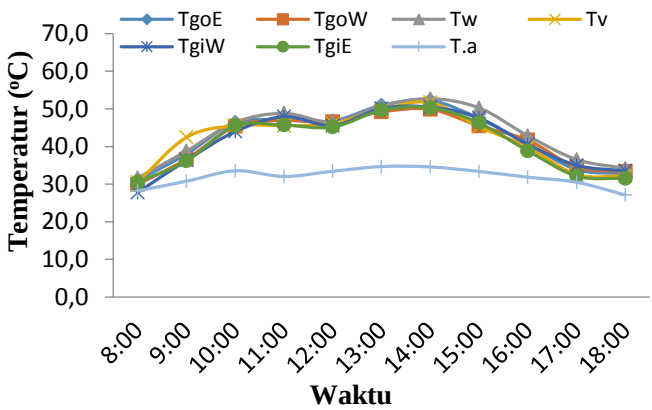
Pada hari kedelapan data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.10 dibawah ini.

Tabel 5.10 Data hasil pengujian hari kedelapan

Waktu	TgoE	TgoW	Tw	Tb	TgiW	TgiE	Ta
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
8:00	30.98	29.93	31.65	30.55	27.77	30.50	28.22
9:00	37.99	36.63	38.78	42.43	36.32	36.13	30.77
10:00	46.34	45.34	46.44	45.55	43.97	45.52	33.55
11:00	46.96	46.95	48.81	45.56	47.92	45.68	32.05
12:00	46.77	46.52	46.53	46.04	45.57	45.15	33.42

13:00	50.93	49.18	50.80	49.80	50.09	49.61	34.68
14:00	52.22	49.90	52.70	51.70	50.47	50.28	34.57
15:00	47.44	45.47	50.24	45.24	47.55	46.27	33.37
16:00	40.66	41.67	42.84	39.84	40.53	38.85	31.84
17:00	33.88	34.53	36.53	32.53	35.00	32.15	30.50
18:00	32.75	33.38	34.18	32.18	33.52	31.48	27.11

Pada tabel diatas intensitas matahari tidak terlalu tinggi dan kecepatan angin juga pada hari itu rata-rata 5.66 m/s. Grafik pariasi antara naik turunnya temperatur kaca bagian luar timur dan barat juga bagian dalam timur dan barat data hasil pengujian pada hari ke delapan dapat dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 5.10 Grafik waktu terhadap temperatur hari kedelapan pengujian

Pada grafik diatas dapat dilihat kenaikan temperatur mengalami penurunan tepat pada tengah hari dan mulai kembali naik perlahan sampai pada jam 14:00 wib. Pada hari terakhir banyak terjadi kenaikan dan penurunan temperatur secara tiba-tiba yang menyebabkan tidak konstannya energi yang direma oleh evaporator dan diserap oleh air didalam basin. Hal ini sangat berpengaruh dalam cepat lajunya proses

penguapan atau evaposrasi dari air laut. Melihat kecepatan angin pada hari itu tidak terlalu tinggi mempengaruhi proses konveksi pada kaca juga mengalami perlambatan ataupun proses pembuangan energi panas yang terpantul kembali dari air ke permukanaan kaca juga melambat dan ini menguntungkan dikarenakan energi panas yang diterima lebih lama berada didalam evaporator. intensitas matahari mencapai 599.90 W/mA^2.

4. Data Air Bersih Hasil Pengujian

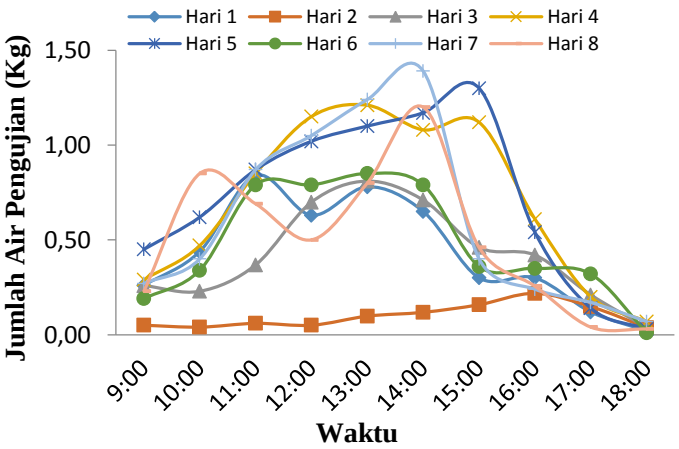
Air bersih pada saat pengujian ditimbang jumlahnya setiap jam agar dapat mengetahui berapa besar peningkatan jumlah air yang dihasilkan dan dapat dibandingkan dengan jumlah air dari hasil perhitungan data hasil pengujian.Data jumlah air dapat dilihat pada table 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Data jumah air hasil pengujian

Waktu	Jumlah Air Hari (Kg)							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
9:00	0.26	0.05	0.26	0.29	0.45	0.19	0.27	0.23
10:00	0.44	0.04	0.23	0.47	0.62	0.34	0.4	0.85
11:00	0.84	0.06	0.37	0.85	0.87	0.79	0.87	0.69
12:00	0.63	0.05	0.7	1.15	1.02	0.79	1.05	0.5
13:00	0.78	0.1	0.81	1.21	1.1	0.85	1.24	0.8
14:00	0.65	0.12	0.71	1.08	1.17	0.79	1.39	1.2
15:00	0.3	0.16	0.46	1.12	1.3	0.36	0.4	0.46
16:00	0.3	0.22	0.42	0.61	0.54	0.35	0.24	0.26
17:00	0.12	0.15	0.21	0.2	0.14	0.32	0.17	0.04
18:00	0.02	0.04	0.04	0.07	0.03	0.01	0.07	0.03
Jumlah	4.34	0.98	4.2	7.05	7.24	4.79	6.1	5.06

Data diatas terlihat jelas jumlah air yang dihasilkan pada saat pengujian dilakukan, jumlah air yang dihasilkan

pada hari pertama setelah dijumlah perjamnya didapat 4.34 kg jumlah ini cukup besar dibandingkan dengan hari kedua yaitu 0.98 kg, untuk hari ketiga jumlah air bersih yang dihasilkan meningkat hingga mencapai 4.20 kg lebih banyak dari hari kedua, pada hari keempat jumlah air bersih yang dihasilkan semangkin meningkat hingga 7.05 kg jauh dari hari-hari sebelumnya, begitu juga pada hari kelima terus meningkat mencapai 7.24 kg lebih banyak sedikit dari hari keempat, pada hari keenam lebih rendah 4.79 kg, hari ketujuh 6.10 kg, dan pada hari kedelapan 5.06 kg, jumlah air yang dihasilkan bergantung dari intensitas dan kecepatan angin pada hari pengujian, grafik data air dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut.



Gambar 5.11 Grafik waktu terhadap jumlah air hasil pengujian

Dengan melihat grafik diatas dapat dilihat kenaikan dan penururan jumlah air yang dihasilkan pada saat pengujian setiap jamnya.

B. Nilai-Nilai Koefisien Perpindahan Panas Pada Sistem

Data yang di peroleh digunakan untuk mencari nilai efisiensi dan nilai exergi dari system desalinasi yang digu-

nakan, guna menjawab tujuan yang tercantum pada bab sebelumnya. Oleh karena itu digunakan persamaan-persamaan didalam mengolah data hasil pengujian untuk mendapatkan hasil yang dapat menjawab tujuan. pembahasan data pengujian.

1. Koefisien Perpindahan Panas dan Jumlah Air Bersih

Panas yang diterima air akan mengalami proses konveksi terhadap udara yang ada didalam evaporator atau Basin, sehingga akan terjadi perpindahan panas atau pelepasan energi panas yang diterima air dari cahaya matahari. Kerugian-kerugian ini harus diketahui guna mendapatkan kerja efektif dari alat desalinasi maka dapat digunakan persamaan (2.44) dalam mencari koefisien perpindahan panas radiasi air ke udara didalam evaporator/Basin, persamaan (2.48) digunakan untuk mencari koefisien perpinahan panas konveksi air terhadap udara pada evaporator/basin dan persamaan (2.55) digunakan untuk mencari koefisien perpindahan panas evaporasi yang terjadi didalam evaporator sementara mencari jumlah air bersih hasil pengolahan data digunakan persamaan (2.72). Maka setelah menggunakan persamaan yang telah ditetapkan diatas didapatkan nilai koefisien perpindahan panas radiasi, konveksi dan evaporasi.

a. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Pertama

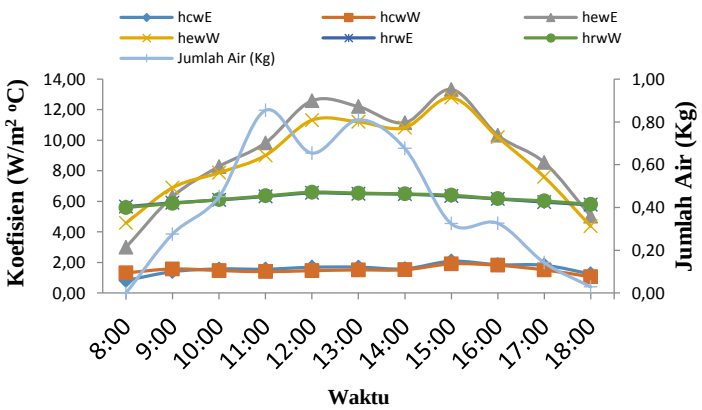
Setelah dilakukan pengolahan data yang didapatkan pada saat pengujian maka diproleh jumlah air terhadap koefisein yang terjadi didalam evaporator.

Tabel 5.12 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari pertama

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas ($W/m^2{}^oC$)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	0.82	1.32	2.99	4.58	5.65	5.60	0.00
9:00	1.40	1.58	6.30	6.89	5.90	5.86	0.28
10:00	1.58	1.47	8.28	7.87	6.09	6.11	0.45
11:00	1.56	1.40	9.83	9.01	6.32	6.35	0.85

12:00	1.69	1.47	12.58	11.32	6.55	6.60	0.65
13:00	1.70	1.51	12.20	11.20	6.50	6.54	0.81
14:00	1.58	1.52	11.15	10.82	6.47	6.48	0.68
15:00	2.08	1.91	13.32	12.79	6.34	6.40	0.32
16:00	1.86	1.81	10.32	10.19	6.16	6.17	0.33
17:00	1.82	1.51	8.54	7.59	5.95	6.03	0.14
18:00	1.25	1.06	5.03	4.37	5.77	5.79	0.03

Pada tabel diatas nilai koefien konveksi tertinggi sisi timur 2.08 W/m^2 ^{o}C terlihat pada jam 15:00 wib dan pada sisi barat 1.91 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib, sedangkan pada koefisien evaporasi sisi timur nilai tertinggi 13.32 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan pada sisi barat 12.79 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib untuk koefisien radiasi sisi timur sebesar 6.55 W/m^2 ^{o}C pada jam 12:00 dan pada sisi barat 6.60 W/m^2 ^{o}C pada waktu yang sama.Jumlah air bersih yang dihasilkan pada hari pertama tertingi pada jam 11:00 yaitu 0.85 Kg dan jumlah terendah terdapat pada sore hari jam 18:00 0.03 Kg. Grafik nilai koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih yang terjadi didalam evaporator pada hari pertama dapat dilihat pada gambar 5.12berikut.



Gambar 4.12 Grafik koefisien terhadap jumlah air bersih pada hari pertama

Pada gambar diatas dapat dilihat kenaikan koefisien perpindahan panas evaporasi yang tertinggi yaitu pada sisi timur menyusul nilai tertinggi sisi barat selanjutnya koefisien perpindahan panas radiasi menunjukan kesetaraan dan selanjutnya yang terakhir koefisien perpindahan panas konveksi juga menunjukan kesetaraan yang tidak jauh dari sis timur dan barat.Kenaikan selalu diawali dari sisi timur dikarenakan permukaan kaca sisi timurlah yang pertama kali terkena sinar matahari.

b. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Kedua

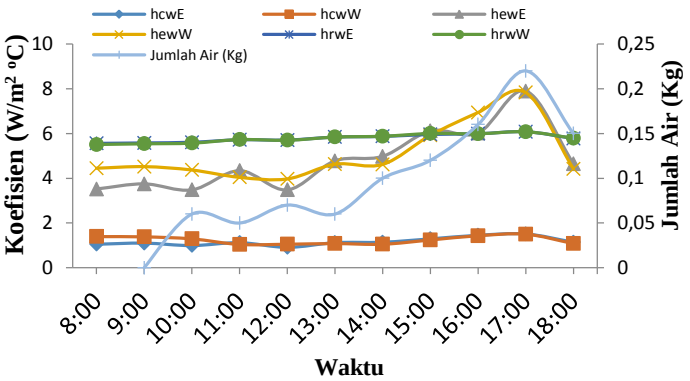
Pada hari kedua pengujian intensitas matahari sangat rendah hal ini dapat mengakibatkan rendahnya koefisien perpindahan panas yang diproleh dan juga dapat mempengaruhi jumlah debit air bersih yang dihasilkan pada saat pengujian.Data hasil pengujian pada hari kedua dapat dilihat pada tebel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari kedua

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas ($W/m^2{}^oC$)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	1.05	1.39	3.52	4.45	5.56	5.51	0.00
9:00	1.10	1.38	3.75	4.52	5.58	5.54	0.06
10:00	0.99	1.29	3.48	4.37	5.61	5.57	0.05
11:00	1.12	1.04	4.34	4.04	5.72	5.73	0.07
12:00	0.91	1.05	3.48	3.97	5.71	5.70	0.06
13:00	1.12	1.08	4.78	4.63	5.84	5.84	0.10
14:00	1.14	1.05	4.98	4.62	5.87	5.88	0.12
15:00	1.29	1.24	6.12	5.92	5.96	6.00	0.16
16:00	1.45	1.43	6.02	6.94	5.99	5.99	0.22
17:00	1.51	1.50	7.90	7.83	6.08	6.08	0.15
18:00	1.14	1.08	4.65	4.42	5.78	5.79	0.04

Tabel diatas terliahat variasi tinggi rendahnya koefisien perpindahan panas setiap jamnya. Pada

koefiesn konveksi nilai tertinggi pada sisi timur 1.51 W/m² °C pada jam 17:00 wib dan pada sisi baratnya 1.50 W/m² °C pada jam 17:00 wib. Sedangkan untuk koefisien evaporasi sisi timur 7.90 W/m² °C dan barat 7.83 W/m² °C pada waktu yang sama jam 17:00 wib dan koefisien radiasi sisi timur 6.08 W/m² °C dan barat 6.08 W/m² °C pada jam 17:00 wib, sedangkan jumlah air bersih yang dihasilkan tertinggi pada jam 16:00 wib yaitu 0.22 Kg dan jumlah terrendah pada jam 18:00 wib yaitu 0.04 Kg, berikut ditampilkan pada gambar 5.13 dibawah ini.



Gambar 5.13 Grafik koefisien terhadap jumlah air bersih pada hari kedua

c. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Ketiga

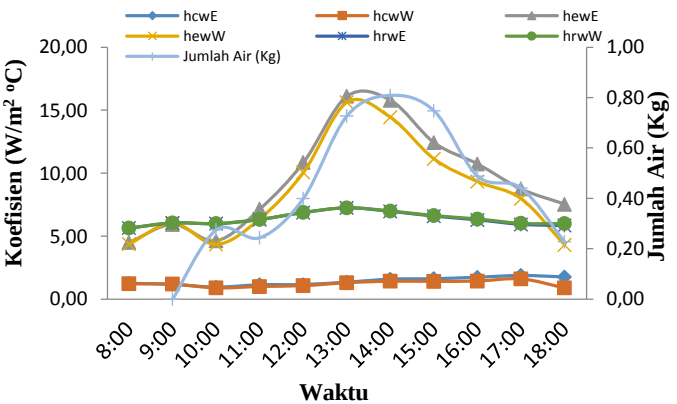
Data koefisien perpidahan panas dan jumlah air bersih yang didapat saat pengujian yang dilakukan pada hari ketiga dapat dilihat pada table 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari ketiga

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas (W/m²°C)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	1.26	1.21	4.50	4.38	5.64	5.64	0.00
9:00	1.16	1.19	5.93	6.03	6.05	6.05	0.28
10:00	0.96	0.89	4.63	4.34	5.99	5.99	0.24

11:00	1.14	1.00	7.15	6.38	6.32	6.33	0.40
12:00	1.16	1.07	10.84	10.06	6.87	6.88	0.73
13:00	1.35	1.30	16.10	15.62	7.25	7.25	0.81
14:00	1.58	1.42	15.78	14.43	6.97	7.00	0.75
15:00	1.62	1.41	12.42	11.13	6.59	6.63	0.49
16:00	1.74	1.44	10.73	9.33	6.29	6.36	0.44
17:00	1.88	1.61	8.74	7.97	5.94	6.02	0.23
18:00	1.76	0.89	7.54	4.30	5.84	5.99	0.06

Pada koefisien konveksi sisi timur nilai tertinggi ditujuk pada jam 17:00 wib dengan nilai 1.88 W/m^2 ^{o}C dan sisi barat 1.61 W/m^2 ^{o}C pada jam 17:00 wib. Koefisien evaporasi nilai tertinggi ditunjukkan pada jam 13:00 wib dengan sisi timur 16.10W/m^2 ^{o}C dan sisi barat 15.61 W/m^2 ^{o}C, sedangkan untuk koefisien perpindahan panas radiasi tertinggi ditunjukkan pada jam 13:00 wib dengan sisi timur 7.25W/m^2 ^{o}C dan sisi barat 7.25 W/m^2 ^{o}C, sedangkan jumlah air bersih yang dihasilkan tertinggi pada jam 13:00 wib yaitu 0.8 kg dan jumlah terendah pada jam 18:00 wib 0.06 kg. Grafik nilai koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih yang dihasilkan pada hari ketiga berikut.



Gambar 5.14 Koefisien terhadap jumlah air bersih pada hari ketiga

d. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Keempat

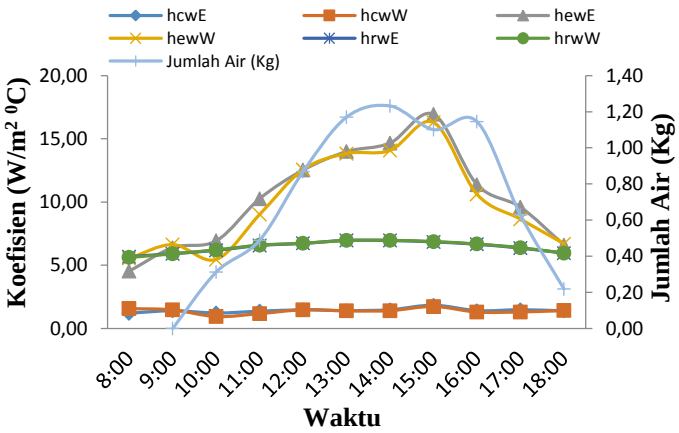
Untuk melihat data koefisien perpindahan panas dan jumlah air bersih saat pengujian pada hari keempat dapat dilihat pada pada table 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari keempat

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas (W/m^2^{o}C)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	1.21	1.57	4.54	5.55	5.69	5.62	0.00
9:00	1.40	1.47	6.39	6.63	5.92	5.90	0.31
10:00	1.22	0.94	6.93	5.46	6.18	6.21	0.49
11:00	1.36	1.18	10.27	9.02	6.56	6.59	0.87
12:00	1.47	1.48	12.53	12.57	6.74	6.73	1.17
13:00	1.41	1.39	13.99	13.84	6.96	6.96	1.23
14:00	1.48	1.41	14.67	14.08	6.96	6.97	1.10
15:00	1.84	1.74	16.94	16.30	6.85	6.87	1.14
16:00	1.41	1.30	11.37	10.61	6.66	6.68	0.63
17:00	1.48	1.31	9.59	8.65	6.36	6.39	0.22
18:00	1.39	1.42	6.60	6.70	5.96	5.96	0.09

Pada tebel diatas terlihat nilai koefisien konveksi, evaporasi dan radiasi lebih rendah dari hari ketiga pengujian. Nilai tertinggi koefisien konveksi ditunjuk pada jam 15:00 wib dengan nilai 1.84 W/m^2 ^{o}C dan sisi barat 1.74 W/m^2 ^{o}C. untuk koefisien evaporasi tertinggi sisi timur terlihat pada jam 15:00 yaitu 16.94 W/m^2 ^{o}C dan pada sisi barat 16.30 W/m^2 ^{o}C dan nilai koefisien radiasi tertinggi pada sisi timur terletak pada jam 14:00 wib yaitu 6.96 W/m^2 ^{o}C dan pada sisi barat 6.97 W/m^2 ^{o}C, sedangkan jumlah air bersih yang dihasilkan tertinggi pada jam 13:00 wib yaitu 1.23 kg dan jumlah air terendah pada jam 18:00 wib 0.09 kg. Hal ini menandakan

intensitas pada hari ini tinggi dan tidak mengalami penurunan tiba tiba dan tergolong cerah.



Gambar 5.15 Grafik koefisien terhadap jumlah air bersih pada hari keempat

e. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Kelima

Data koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih pada hari kelima dapat dilihat pada table 5.16 berikut.

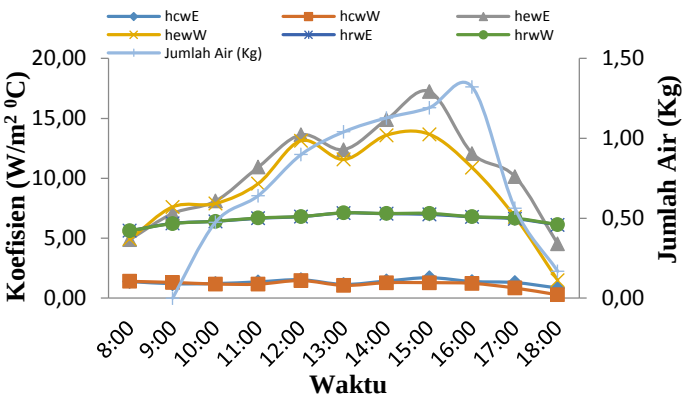
Tabel 5.16 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari kelima

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas (W/m²ºC)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	1.38	1.40	4.89	4.92	5.62	5.62	0.00
9:00	1.20	1.31	7.06	7.61	6.23	6.22	0.47
10:00	1.21	1.17	8.10	7.89	6.40	6.41	0.64
11:00	1.36	1.16	10.93	9.56	6.66	6.69	0.90
12:00	1.53	1.47	13.63	13.14	6.80	6.81	1.04
13:00	1.14	1.06	12.39	11.57	7.10	7.11	1.13
14:00	1.43	1.28	14.90	13.60	7.04	7.06	1.19
15:00	1.70	1.29	17.25	13.67	6.99	7.07	1.32
16:00	1.38	1.23	12.08	10.89	6.77	6.79	0.56

17:00	1.29	0.84	10.14	6.78	6.62	6.66	0.17
18:00	0.84	0.27	4.52	1.49	6.12	6.14	0.05

Pada hari kelima juga terlihat bahwa nilai koefisien cendrung tinggi baik sisi timur maupun barat sehingga mengimbangi pengujian hari keempat pada sisi timur. Koefisien konveksi tertinggi ialah 1,70 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan sisi barat 1.40 W/m^2 ^{o}C pada jam 8:00 wib. Sedangkan untuk koefisien evaporasi sisi timur 17.25 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan sisi barat 13.67 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan koefisien radiasi pada sisi timur 7.10 W/m^2 ^{o}C dan sisi barat 7.11 W/m^2 ^{o}C pada jam 13:00 wib, sedangkan jumlah air bersih tertinggi yang didapat pada jam 1.32 Kg pada jam 15:00 wib dan terendah pada jam 18:00 wib yaitu 0.05 Kg.

Grafik koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih ditampilkan pada gambar 5.16berikut.



Gambar 5.16 Grafik koefisien terhadap jumlah air bersih pada hari kelima

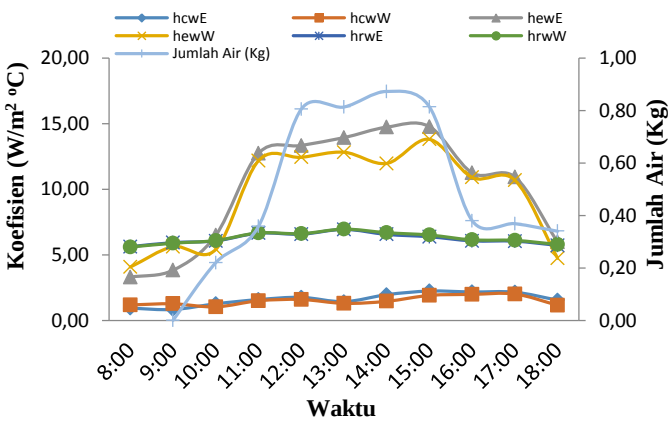
f. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Keenam

Untuk melihat koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih yang dihasilkanpada saat pengujian hari keenam maka berikut ditampilkan didalam table 5.17 dibawah ini.

Tabel 5.17 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari keenam

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas (W/m²°C)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	0.93	1.18	3.30	4.07	5.62	5.59	0.00
9:00	0.83	1.26	3.83	5.61	5.93	5.88	0.22
10:00	1.26	1.03	6.49	5.41	6.06	6.09	0.36
11:00	1.59	1.50	12.74	12.17	6.65	6.67	0.81
12:00	1.76	1.59	13.34	12.43	6.57	6.61	0.81
13:00	1.43	1.30	13.93	12.82	6.94	6.96	0.87
14:00	1.96	1.46	14.73	11.97	6.56	6.69	0.81
15:00	2.23	1.90	14.78	13.81	6.38	6.51	0.38
16:00	2.17	1.98	11.24	10.90	6.06	6.14	0.37
17:00	2.15	2.01	10.93	10.69	6.04	6.10	0.34
18:00	1.54	1.15	5.97	4.73	5.72	5.79	0.02

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa tingginya intensitas matahari pada hari itu cukup baik, grafik koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih ditampilkan dalam gambar 5.17 dibawah ini.



Gambar 5.17 Grafik koefisien terhadap jumlah air bersih pada hari keenam

Untuk koefisien konveksi tertinggi sisi timur 2.24 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan sisi barat 2.01 W/m^2 ^{o}C pada jam 17:00 wib, Sedangkan untuk koefisien evaporasi sisi timur 14.78 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan barat 13.81W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib, dan radiasi timur 6.94 W/m^2 ^{o}C dan barat 6.96 W/m^2 ^{o}C pada jam 13:00 wib. Sedangkan jumlah air bersih yang dihasilkan tertinggi pada jam 13:00 wib yaitu 0.87 kg dan jumlah terendah pada jam 18:00 yaitu 0.02 kg.

g. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Ketujuh

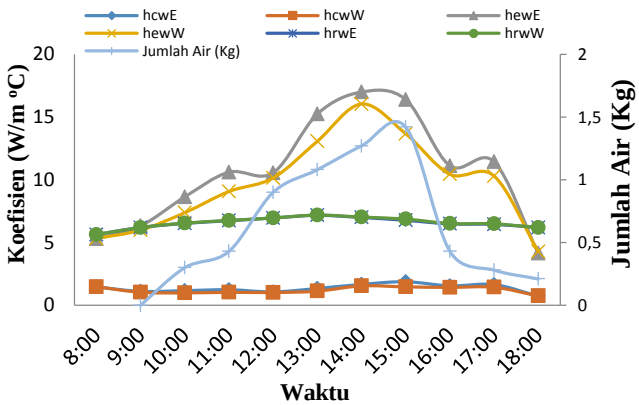
Data koefisien perpindahan panass terhadap jumlah air bersih yang dihasilkan pada hari ketujuh ditampilkan dalam table 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari ketujuh

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas (W/m^2^{o}C)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	1.47	1.48	5.29	5.33	5.64	5.64	0.00
9:00	1.11	1.04	6.33	5.99	6.20	6.20	0.30
10:00	1.17	0.99	8.64	7.38	6.53	6.55	0.43
11:00	1.24	1.04	10.61	9.07	6.74	6.76	0.90
12:00	1.07	1.02	10.56	10.15	6.96	6.96	1.08
13:00	1.34	1.13	15.24	13.07	7.17	7.19	1.27
14:00	1.67	1.55	16.99	16.04	7.00	7.03	1.42
15:00	1.88	1.47	16.39	13.67	6.77	6.87	0.43
16:00	1.55	1.43	11.12	10.44	6.49	6.52	0.28
17:00	1.65	1.44	11.43	10.30	6.45	6.49	0.21
18:00	0.73	0.75	4.14	4.28	6.19	6.19	0.07

Terlihat pada tabel diatas tingginya nilai koefisien perpindahan panas pada hari ketujuh, hal ini sejalan dengan tingginya intensitas matahari pada hari itu. Nilai koefisien konveksi tertinggi sisi timur 1.88 W/m^2 ^{o}C pada

jam 15:00 wib dan pada sisi barat 1.55 W/m² °C pada jam 14:00 wib, sedangkan pada koefisien evaporasi sisi timur 16.99 W/m² °C dan sisi barat 16.04 W/m² °C pada jam 14:00 wib dan untuk koefisien radiasi sisi timur 7.17 W/m² °C dan sisi barat 7.19 W/m² °C pada jam 13:00 wib.Sedangkan jumlah air bersih yang dihasilkan tertinggi yaitu pada jam 14:00 wib sebsar 1.42 kg dan terendah pada jam 18:00 0.07kg.Grafik kenaikan dan penurunan koefisien perpindahan panas sisi dalam terhadap jumlah air bersih pada hari ketujuh dapat dilihat pada gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Grafik waktu terhadap koefisien sisi dalam hari ketujuh

h. Hasil Perhitungan Data Pengujian Hari Kedelapan

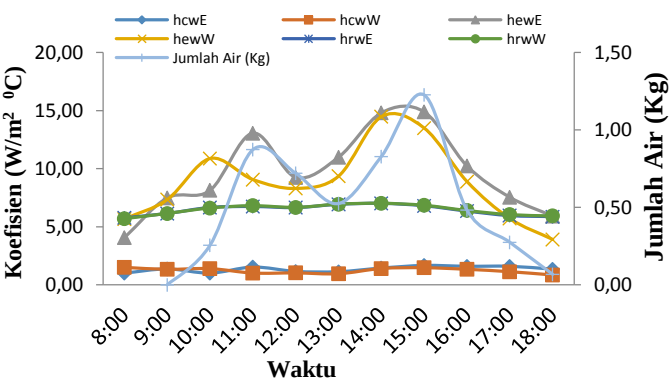
Data koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih yang dihasilkan pada hari kedelapan dapat dilihat pada table 5.19 berikut.

Tabel 5.19 Koefisien perpindahan panas terhadap jumlah air bersih hari kedelapan

Waktu	Koefisien Perpindahan Panas (W/m²°C)						Jumlah Air (Kg)
	hcwE	hcwW	hewE	hewW	hrwE	hrwW	
8:00	1.01	1.50	4.06	5.67	5.77	5.69	0.00

9:00	1.37	1.33	7.48	7.33	6.14	6.15	0.26
10:00	1.01	1.39	8.13	10.87	6.66	6.61	0.87
11:00	1.53	1.01	13.05	9.06	6.74	6.81	0.72
12:00	1.15	1.03	9.25	8.29	6.65	6.66	0.52
13:00	1.13	0.95	10.98	9.35	6.93	6.94	0.83
14:00	1.44	1.41	14.8	14.47	7.01	7.02	1.23
15:00	1.67	1.47	14.88	13.49	6.8	6.84	0.48
16:00	1.6	1.34	10.23	8.89	6.34	6.39	0.27
17:00	1.59	1.13	7.54	5.71	5.96	6.04	0.07
18:00	1.35	0.85	5.92	3.91	5.87	5.93	0.06

Tabel diatas menunjukkan ketinggian koefisien perpindahan panas sisi dalam pada pengujian hari kedelapan terlihat pada sisi timur koefisien konveksi nilai tertinggi 1.67 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan pada sisi barat 0.85 W/m^2 ^{o}C pada jam 18:00 wib, sedangkan untuk koefisien evaporasi pada sisi timur 14.88 W/m^2 ^{o}C pada jam 15:00 wib dan pada sisi barat 14.47 W/m^2 ^{o}C pada jam 14:00 wib, untuk nilai koefisien radiasi pada sisi timur 7.01 W/m^2 ^{o}C dan pad asisi barat 7.02W/m^2 ^{o}C pada jam 14 wib. Sedangkan jumlah air tertinggi bersih yang dihasilkan pada jam 14:00 wib ysitu 1.23 kg dan jumlah terendah pada jam 18:00 wib yaitu 0.06 kg.



Gambar 5.19 Grafik waktu terhadap koefisien sisi dalam hari kedelapan

Pada grafik diatas dapat dilihat jelas keseragaman dari setiap koefisien walaupun terjadi penurunan koefisien dibeberapa waktu, tetapi perlahan mengalami kenaikan sedikit dan perlahan.Intensitas matahari tergolong sedang tidak terlalu tinggi seperti pada hari-hari sebelumnya hanya mencapai 599.40 W/m² dan Kecepatan angin juga tidak terlalu tinggi sperti hari-hari sebelumnya hanya mencapai 5.66 m/s.

2. Energi Yang Disesrap

Pada saat pengujian berlangsung energi panas yang diterima oleh air tidak seluruhnya dimanfaatkan untuk menaikkan temperatur air agar segera menjadai uap, energi yang diterima ada yang kembali memantul ke kaca.Dengan menggunakan persamaan (1.65) maka dapat dicari besar energi yang diserap air perjamnya dengan menghitung data-data yang telah disasilkan saat pengujian.Energi perjam yang diserap air setiap air pada evaporator dapat dilihat pada table 5.20 berikut.

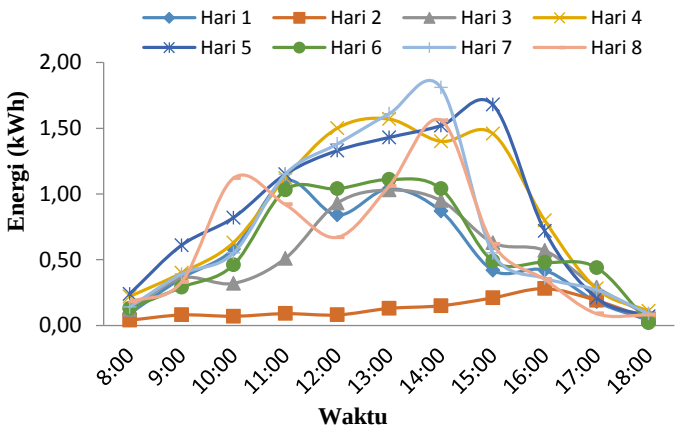
Tabel 5.20 Data energi yang diserap perjam

Waktu	Energi (kWh)							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
8:00	0.09	0.04	0.12	0.22	0.24	0.13	0.14	0.18
9:00	0.36	0.08	0.36	0.4	0.61	0.29	0.39	0.33
10:00	0.58	0.07	0.32	0.63	0.82	0.46	0.55	1.12
11:00	1.1	0.09	0.51	1.12	1.15	1.03	1.15	0.92
12:00	0.84	0.08	0.93	1.5	1.33	1.04	1.38	0.67
13:00	1.04	0.13	1.03	1.57	1.43	1.11	1.61	1.06
14:00	0.87	0.15	0.95	1.4	1.52	1.04	1.81	1.56
15:00	0.42	0.21	0.63	1.46	1.68	0.49	0.55	0.62
16:00	0.42	0.28	0.57	0.8	0.72	0.48	0.36	0.35
17:00	0.18	0.19	0.29	0.28	0.21	0.44	0.27	0.09

18:00	0.04	0.05	0.08	0.11	0.07	0.02	0.09	0.08
Total	5.94	1.28	5.78	9.5	9.79	6.54	1.43	6.97

Pada tabel diatas dapat dilihat energipada hari pertama pengujian tertinggi pada jam 11:00 wib yaitu 1.10 kWh menunjukkan pada hari pertama intensitas matahari sangat baik. Pada hari kedua, energi yang diserap air tertinggi pada jam 16:00 hingga sampai 0.28kWh, pada hari ketiga energi yang diserap air paling tinggi pada jam 13:00 wib hingga mencapai 1.03kWh, untuk hari keempat pada jam 13:00 wib yaitu 1.57kWh, sedangkan pada hari kelima energi tertinggi yang diproleh pada jam 15:00 wib dengan besar 1.68kWh, hari keenam 1.11 kWh pada jam 13:00 wib ,untuk hari ketujuh energi yang diserap air pada jam 14:00 wib dengan besar 1.81kWh, dan untuk hari kedelapan, nilai tertinggi pada jam 14:00 wib yaitu 1.56kWh, dari data yang diproleh maka dapat dilihat energi tertinggi didapat pada hari keenam yaitu 1.68kWh pada jam 15:00 wib dan terendah pada hari kedua 0.28kWh.

Untuk melihat grafik tinggi rendahnya energi yang diserap air setiap harinya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.20 Grafik waktu terhadap energi yang diserap

Energi yang diserap dihitung dari besar energi panas yang kembali ke permukaan kaca bagian dalam sisi timur dan barat dan juga energi yang terserap oleh air pada evaporator berbanding dengan luas permukaan kaca sisi timur dan barat dan luas keseluruhan basin.

3. Efisiensi Energi

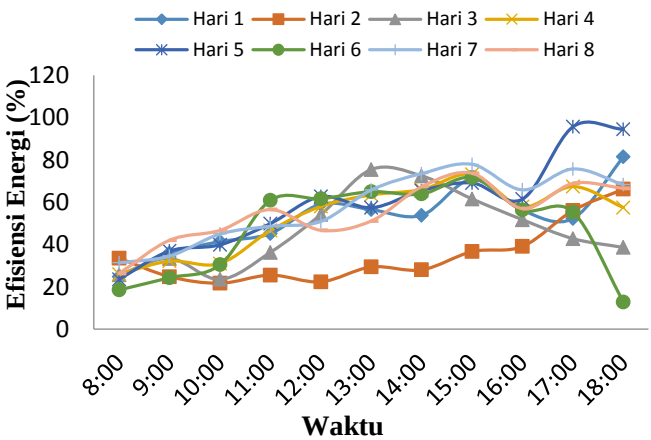
Setelah mendapatkan besar energi yang diserap air maka selanjutnya mencari besar efisiensi energialat desalinasi yang digunakan pada saat peneltian dengan persamaan (1.69). Pada table 5.21 berikut akan ditampilkan besar efisiensi dari alat desalinasi yang digunakan.

Tabel 5.21 Efisiensi energi selama pengujian

Waktu	Efisiensi Energi (%)							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
8:00	24.74	33.55	25.68	25.99	23.59	18.54	31.34	26.33
9:00	35.92	24.82	33.41	32.12	36.94	24.31	34.54	42.05
10:00	41.37	21.71	23.52	31.01	39.87	30.45	44.96	46.69
11:00	45.22	25.51	36.32	46.63	49.93	60.93	48.62	56.54
12:00	59.07	22.37	54.19	58.04	62.67	61.69	50.91	46.74
13:00	56.48	29.40	75.51	63.46	57.40	65.00	65.80	51.15
14:00	53.84	28.03	72.47	66.00	65.51	63.89	73.56	67.36
15:00	70.78	36.66	61.55	73.19	69.11	71.67	77.92	73.71
16:00	56.14	39.12	51.73	57.92	61.49	56.32	65.85	57.00
17:00	52.34	56.06	42.79	67.43	95.68	55.32	75.74	68.90
18:00	81.43	66.18	38.62	57.50	94.47	12.87	68.27	66.58

Pada tabel diatas dapat dilihat efisiensienergidari alat desalinasi yang digunakan. Pada tabel diatas hari pertama efisiensi yang tertinggi ditunjukkan pada jam 18:00 wib yaitu hingga 81.43%, untuk hari kedua nilai tertinggi pada jam 18:00 wib lebih rendah dari hari pertama efisiensi tertinggi 66.18%pada sore hari, untuk hari ketiga efisiensi

tertinggi terlihat pada jam 13:00 wib 75.51%. begitu juga pada hari keempat terlihat pada jam 15:00 wib 73.19% , untuk hari kelima 95.68% pada waktu 17:00 wib, pada hari keenam efisiensi tertinggi 71.67% pada jam 15:00 wib, di hari ketujuh efisiensi tertinggi pada jam 15:00 wib hingga mencapai 77.92%, dan pada hari kedelapan juga tinggi yaitu hingga 73.71%. Jika diperhatikan dari hari pertama hingga hari terakhir pengujian, efisisensi tertinggi selalu terdapat pada sore hari, hal ini dapat disebabkan masih tingginya temperatur air saat pengujian di saat intensitas matahari mulai menurun. Berikut ditampilak grafik 4.21 perbandingan efisiensi perharinya.



Gambar 5.21 Grafik waktu terhadap Efisiensi energy

Pada gambar diatas terlihat naik turunnya besar efisiensi yang terjadi pada alat desalinasi yang digunakan tetapi tidak menunjukkan penurunan hingga mencapai sore hari, ini disebabkan panas yang masih terperangkap di dalam evaporator masih tinggi tetapi intensitas matahari dan temperatur lingkungan mulai menurun, menyebabkan alat desalinasi diuntungkan dengan intensitas matahari yang sikit tetapi temperatur dalam dan hasil air bersih masih terus dihasilkan.

4. Exergi Keseluruhan Evaporator

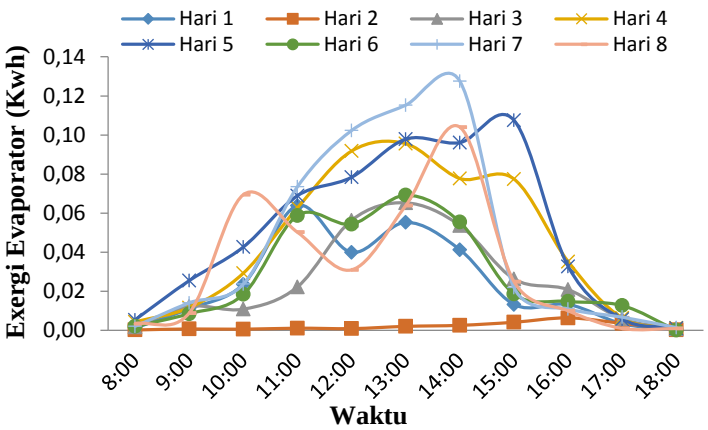
Guna mengetahui efektifitas dari alat desalinasi yang digunakan untuk mendapatkan air bersih dari prsoses desalinasi yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber enegi utama menaikkan temperatur air hingga terjadi proses penguapan maka diperukan adanya pembahasan mengenai besarnya Exergi evaporator yang dari alat yang digunakan dengan persamaan (1.66) dan exergi dari energi yang masuk dengan persamaan (1.67), berikut tabel hasil pembahasan data pengujian.

Tabel 5.22 Exergievaporator saat pengujian

Waktu	Exergi (kWh)							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
8:00	0.001	0	0.002	0.004	0.005	0.002	0.002	0.003
9:00	0.011	0.001	0.012	0.012	0.026	0.009	0.014	0.009
10:00	0.024	0.001	0.011	0.029	0.043	0.018	0.024	0.07
11:00	0.064	0.001	0.022	0.063	0.069	0.059	0.074	0.05
12:00	0.04	0.001	0.056	0.092	0.078	0.054	0.102	0.031
13:00	0.055	0.002	0.065	0.096	0.098	0.069	0.115	0.064
14:00	0.041	0.003	0.054	0.078	0.096	0.055	0.128	0.104
15:00	0.013	0.004	0.026	0.077	0.108	0.019	0.022	0.025
16:00	0.013	0.007	0.021	0.035	0.033	0.015	0.011	0.01
17:00	0.003	0.004	0.006	0.006	0.006	0.013	0.007	0.001
18:00	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001

Pada hari pertama exergievaporator tertinggi ditunjukkan pada jam 0.064 kWh pada jam 11:00 wib dan pada hari kedua exergi tertinggi 0.007 kWh pada jam 16:00 wib lebih rendah dari hari pertama, untuk hari ketiga exergi tertinggi 0.065 kWh pada 13:00 wib terus meningkat dari hari pertama dan kedua, sementara pada hari keempat exergi tertinggi 0.096 kWh pada jam 13:00 wib juga lebih tinggi, dan pada hari kelima exergi tertinggi 0.108 kWh

pada jam 15:00 wib juga masih terus menigkat, lalu pada hari keenam 0.069 pada jam 13:00 wib menurun dari hari kelima, lalu pada hari ketujuh 0.128 kWh pada jam 14:00 wib dan hari kedelapan exergi tertinggi 0.104 pada jam 14:00 wib. Grafik tinggi rendahnya exergi evaporator setiap harinya ditampilkan pada gambar 5.22 berikut.



Gambar 5.22 Grafik waktu terhadap Exergievaporator saat pengujian

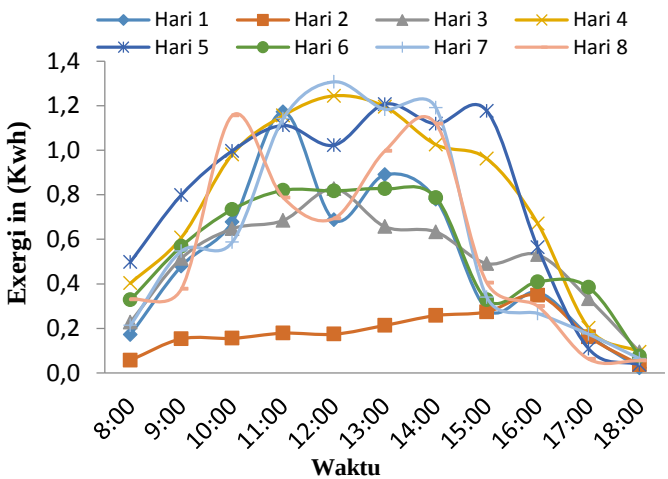
Pada gambar diatas dapat dilihat jelas tinggi rendahnya nilai exergi setiap harinya setiap jam. Sementara data exergienergi yang masuk dapat dilihat pada table 5.23 berikut.

Tabel 5.23 Exergi energy yang masuk

Waktu	Exergi in (kWh)							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
8:00	0.171	0.057	0.227	0.402	0.498	0.328	0.214	0.33
9:00	0.479	0.153	0.514	0.608	0.799	0.568	0.547	0.377
10:00	0.678	0.155	0.647	0.981	0.997	0.734	0.587	1.156
11:00	1.172	0.178	0.685	1.156	1.111	0.82	1.142	0.787
12:00	0.687	0.174	0.827	1.244	1.023	0.818	1.307	0.694

13:00	0.89	0.214	0.657	1.195	1.207	0.827	1.184	0.997
14:00	0.78	0.258	0.633	1.025	1.119	0.787	1.191	1.119
15:00	0.286	0.274	0.491	0.962	1.177	0.328	0.339	0.405
16:00	0.363	0.349	0.531	0.671	0.563	0.409	0.267	0.3
17:00	0.169	0.162	0.332	0.202	0.108	0.384	0.174	0.062
18:00	0.022	0.036	0.094	0.094	0.036	0.076	0.064	0.055

Pada tabel diatas dapat dilihat exergienergi yang masuk pada hari pertama 1.172 kWh pada jam 11:00 wib dan pada hari kedua 0.349 kWh pada jam 16:00 wib dan pada hari ketiga 0.827 kWh pada jam 12:00 wib pada hari keempat 1.244 kWh pada jam 12:00 wib dan pada hari kelima 1.207 kWh pada jam 13:00 wib dan pada hari keenam 0.827 kWh pada jam 13:00 wib, pada hari ketujuh 1.307 kWh pada jam12:00 wib, sedangkan hari kedelapan 1.156 kWh pada jam 10:00 wib.



Gambar 5.23 Grafik waktu terhadap Exergi in saat pengujian

Grafik diatas dapat dilihat tinggi rendahnya exergy energy yang diterima setiap harinya.

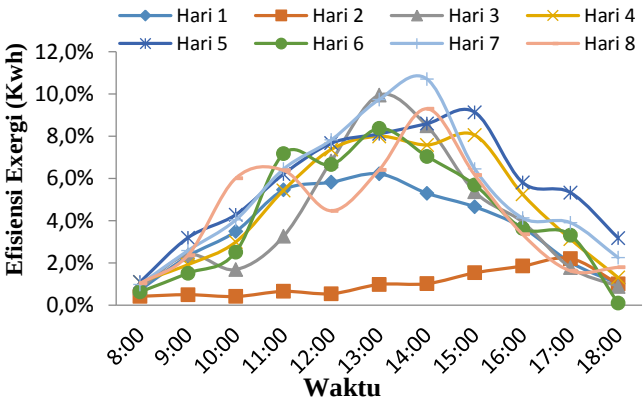
5. Efisiensi Exergi

Efisiensy exergi pada alat desalinasi ialah perbandingan dari exergi evaporator dengan exergienergi sisi luar yang diterima, dapat dicari dengan persamaan (1.70), data efisiensi dapat dilihat pada tebel berikut.

Tabel 5.24 Efisiensi exergienergi keseluruhan

Waktu	EfisiensiExergi							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
8:00	0.72%	0.41%	0.81%	1.09%	1.09%	0.63%	0.97%	1.02%
9:00	2.31%	0.49%	2.38%	1.91%	3.19%	1.51%	2.58%	2.36%
10:00	3.49%	0.40%	1.68%	2.99%	4.28%	2.51%	4.03%	6.01%
11:00	5.45%	0.65%	3.25%	5.43%	6.20%	7.18%	6.44%	6.38%
12:00	5.82%	0.54%	6.82%	7.38%	7.67%	6.66%	7.83%	4.47%
13:00	6.21%	0.98%	9.95%	8.00%	8.11%	8.37%	9.74%	6.41%
14:00	5.30%	1.01%	8.49%	7.58%	8.59%	7.04%	10.71%	9.30%
15:00	4.65%	1.64%	5.36%	8.05%	9.14%	5.69%	6.45%	6.16%
16:00	3.67%	2.00%	3.93%	5.25%	5.81%	3.63%	4.27%	3.35%
17:00	2.02%	2.35%	1.78%	3.13%	5.33%	3.31%	4.22%	1.62%
18:00	1.01%	1.01%	0.88%	1.30%	3.16%	0.09%	2.24%	1.79%

Pada tabel diatas dapat dilihat tinggi efisiensi exergi hari pertama 6.21% pada jam 13:00 wib pada hari kedua 2.35% pada jam 17:00 wib lebih rendah dari hari pertama dan pada hari ketiga 9.95% pada jam 13:00 wib pada jam 13:00 wib jauh lebih tinggi dibanding dari hari pertama dan kedua.Untuk hari keempat 8.05% pada jam 15:00 wib pada hari kelima 9.14% pada jam 15:00 wib terus meningkat dan pada hari keenam 8.37% pada jam 13:00 wib dan pada hari ketujuh efisiensi exergi mencapai 10.71% pada jam14:00 wib dan pada hari kedelapan 9.30% pada jam 14:00 wib. Intensitas matahari sebagai penyebab utama tinggi rendahnya energi yang diserap. Grafik efisiensi exergi dapat dilihat pada gambar 5.24 berikut.



Gambar 5.24 Grafik waktu terhadap Efisiensi exergi saat pengujian

Gambar diatas dapat dilihat tinggi rendahnya efisiensi exergi yang terjadi saat pengujian dilakukan.

C. Perhitungan Statistik dan Proses Desalinasi

Hasil pengujian dan pembahasan didapatkan besar energi, exergi, efisiensi dan jumlah air. Saat pengujian dilakukan jumlah air bersih hasil pengujian lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah air bersih hasil pembahasan data pengujian dikarenkan jumlah air hasil pembahasan mencangkup titik-titik embun yang masih menempel pada kaca bagian dalam evaporator. Jumlah total air bersih saat pengujian ditimbang dengan neraca digital setiap jamnya, lalu pada sore hari jam 18:00 wib didapatkan total jumlah air bersih yang dihasilkan walaupun masih terlihat ada titik-titik embun yang masih melekat pada permukan kaca evaporator sisi dalam.

1. Persentase Jumlah Produksi Air Bersih

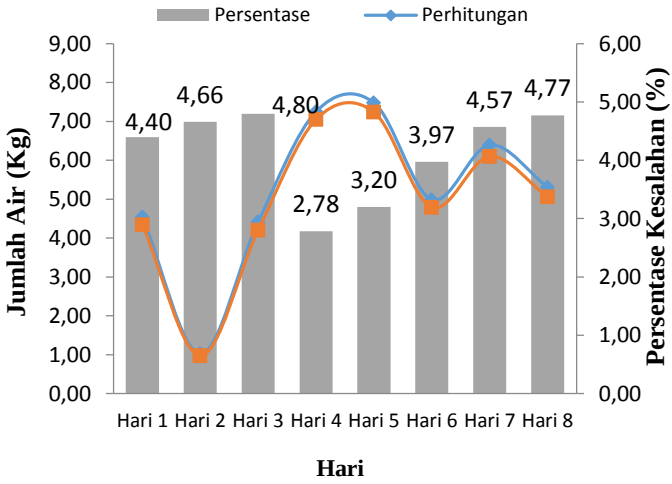
Jika dilihat pada lampiran data hasil pengujian, jumlah air bersih pada sisi barat lebih sedikit dibandingkan pada sisi timur, hal ini sesuai dengan tinggi koefisen evaporasi sisi timur yang selalu berada lebih tinggi dibandingkan koefisien evaporasi sisi barat.Perbedaan jumlah air pembahasan tidak begitu jauh berbeda dari jumlah air bersih hasil pengujian, adapun data

perbandingan antara jumlah air hasil pengujian dan perhitungan dapat dilihat pada tebel 5.25 dibawah ini.

Tabel 5.25 Perbandingan produksi air hasil pengujian dengan perhitungan

Hari	Hasil Air Bersih (Kg)		
	Perhitungan	Pengujian	Persentase Kesalahan
1	4.54	4.34	4.40
2	1.03	0.98	4.66
3	4.42	4.20	4.80
4	7.25	7.05	2.78
5	7.48	7.24	3.20
6	4.99	4.79	3.97
7	6.39	6.10	4.57
8	5.31	5.06	4.77
Total	41.40	39.76	3.97

Jika dilihat pada tabel 5.25 diatas diketahui bahwa jumlah produksi air bersih dari perhitungan tertinggi terdapat pada hari kelima yaitu 7.48 Kg dan hasil pegujian hari kelima 7.24 Kg dengan persentase kesalahan 3.20 %. Sedangkan jumlah produksi air bersih terendah terdapat pada hari kedua dengan hasil perhitungan 1.03 Kg dan jumlah air bersih hasil pengujian 0.98 Kg degan persentase kesalahan 4.66 %. Jika dilihat pada tabel 5.1, maka intensitas matahari tertinggi rata-rata terdapat pada hari lima hingga mencapai 420.85W/m^2 dan intensitas matahari terrendah rata-rata dijumpai pada hari ke kedua hanya sampai 97.90W/m^2. Hal ini sesuai dengan jumlah air bersih yang dihasilkan dengan intensitas matahari mempunyai peran penting terhadap jumlah air bersih yang dihasilkan.Grafik persentase kesalahan dapat dilihat pda gambar 5.25 berikut.



Gambar 5.25 Persentase kesalahan jumlah air

Dari gambar diatas dapat dilihat tinggi rendahnya persentase kesalahan dari jumlah air hasil pengujian dengan jumlah air hasil perhitungan. Perbedaan tinggi rendahnya tidak begitu jauh dan penyebabnya juga seperti yang dikatakan sebelumnya, jumlah air hasil perhitungan mencakup titi-titik embun yang masih berada menempel di permukaan kaca sisi dalam evaporator, sementara perjalanan menuju tangki penampungan air bersih, air mengalami gesekan terhadap benda-benda maupun selang yang membawa ke tangki penampungan dan ini juga menyerap air hingga terjadi losis ari jumlah air yang turun. Pengaruh dari intensitas sangat berperan penting dalam menghasilkan jumlah air bersih. Analisa korelasi juga dilakukan dengan menggunakan SPSS diketahui besarnya hubungan antara intensitas dengan jumlah air yang dihasilkan sebesar 0.94% atau sekitar 94% hal ini menunjukkan adanya hubungan positif antara intensitas matahari dengan jumlah produksi air bersih.

Tabel 5.26 Korelasi antara intensitas matahari, temperatur lingkungan dan produksi jumlah air bersih

Correlations				
			Intensitas	Temperatur Lingkungan
Spearman's rho	Intensitas	Correlation Coefficient	1.000	.804**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	88	88
	Temperatur Lingkungan	Correlation Coefficient	.804**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	88	88
	Air	Correlation Coefficient	.947**	.901**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000
		N	88	88
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

Dari tabel 5.26 diatas dapat dilihat hubungan antara intensitas matahari dengan produksi jumlah air bersih, intensitas matahari dengan temperature lingkungan maupun hubungan antara temperature lingkungan dengan produksi jumlah air bersih. Dapat dilihat pada tabel ketiganya memiliki hubungan yang sangat kuat, intensitas

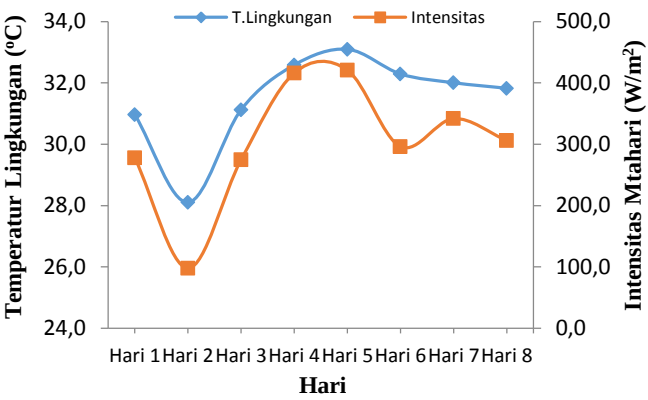
matahari dengan temperaturlingkunagan hingga mencapai 0.80 yaitu sekitar 80% hubungan yang sangat positif dari keduanya. Sementara hubungan temperature lingkungan dengan produksi jumlah air bersih mencapai 0.90 atau sekitar 90% memiliki hubungan yang positif.

Adapun hubungan antara intensitas matahari, temperature lingkungan terhadap produksi jumlah air bersih dengan menggunakan korelasi ganda, maka diproleh data pada tabel 5.27 sebagai berikut.

Tabel 5.27 Korelasi ganda antara intensitas matahari, temperature lingkungan dengan produksi jumlah air

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.953[a]	0.908	0.906	0.11947
a. Predictors: (Constant), Temperatur_Lingkungan, Intensitas				
b. Dependent Variable: Air				

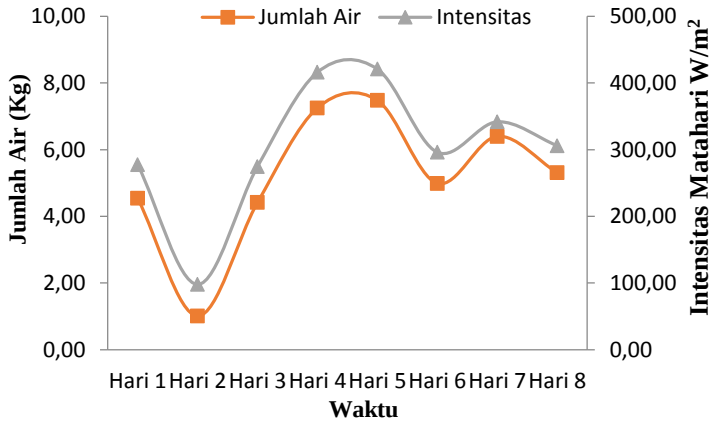
Pada tabel 5.27 diatas dapat dilihat hasil kolerasi ganda antara intensitas matahari, temperature lingkungan dengan jumlah produksi air bersih sangat besar hubungannya hingga mencapai 0.93 atau sekitar 93% menunjukkan hubungan yang positif besar.Maka dari tebel 5.26 dan 5.27 dapat dikatakan bahwa hubungan ketiga variable ini sangat besar kaitannya, grafik hubungan dari intensitas matahari terhadap temperatur lingkungan dapat dilihat pada gambar 5.26 berikut.



Gambar 5.26 Hubungan antara intensitas matahari dengan temperatur lingkunagan

Intensitas matahari sangat berpengaruh terhadap temperature lingkungan itu dapat dilihat dari gambar 5.26 diatas dimana rentang jarak garis temperature lingkungan selalu mengikuti arah garis intensitas matahari, faktor kecepatan angin juga mempengaruhi jauh dekatnya hubungan kedua variable tersebut. Setebilnya temperature lingkungan pada saat intensitas menurun terjadi beberapa saat ketika cahaya matahari tidak sampai ke permukaan bumi disebakan adanya awan yg menutupi sinar matahari, walaupun begitu kejadian ini tidak terjadi dalam waktu yang lama dikecualikan adanya turunnya hujan.

Lingkungan yang kering dan panas juga dapat membawa keuntungan dari proses desalinasi, dikarenakan semakin sedikitnya penyerapan energy panas dari dalam evaporator akibat terkonveksi dari dinding sisi luar. Grafik hubungan dari intensitas terhadap produksi jumlah air bersihdapat dilihat pada gambar 5.27 berikut.



Gambar 5.27 Hubungan antara Intensitas matahari dengan produksi jumlah air

Dapat dilihat dari graik pada gambar 5.26 diatas hubungan antara jumlah air dengan intensitas matahari tidak jauh berbeda, jumlah air bersih yang diproduksi selalu mengikuti pergerakan naik turunnya intensitas matahari.Jika dibandingkan dengan peneilitian-penelitian yang menjadi refrensi dengan kapasitas yang sama maka kajian yang dilakukan ini masih lebih unggul sebab jumlah air yang dihasilkan masih lebih banyak dari jumlah air bersih yang dihasilkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya seperti, Dwivedi and Tiwari 2010, melakukan percobaan alat desalinasi air laut model double slope sisitem aktiv dan air bersih yang didapat 2.79 kg/Hari, ditahun sebelumnya juga, V.K.Dwivedi dkk mengembangkan alat destilasi matahari pasiv dan aktiv dengan kemiringan ganda, dan perbandingan hasil didapatkan jumlah air bersih pada alat destilasi matahari pasiv sebanyak 1.838 kg/hari dan hasil alat destilasi matahari aktiv sebanyak 2.791 kg/hari, pada negara yang sama Singh dkk 2016. Melakukan percobaan desalinasi matahari model single slope dan double slope dan didapatkan air bersih satu tahunnya pada model double slope 245 kg /Tahun atau sekitar 0.69 kg/Hari, dan ditahun

yang sama V.Ramachandra Raju, R. Lalitha Narayana 2016menambahkan colector tembaga tiga tingkat pada evaporator dan didapatkan jumlah air bersihnya setiap hari rata-rata 5.043 kg. Ditahun berikutnya Lovedep dkk 2017 mengembangkan model destilasi matahri dengan kemiringan gandasistem pasif dengan hasil air bersih bulanan mencapai 20 kg sampai 40 kg atau sekitar 1.3 kg. Dari beberapa refrensi yang disebutkan diatas maka dapat dilihat jumlah air bersih yang di produksi masih diatas jumlahnya dari jumlah air hasil peneliti-peneliti sebelumnya.Data hasil pengujian tertinggi pada hati kelima dikarenakan intensitas matahari pada saat itu tinggi dan data hasil pengujian terrendah pada hari kedua dikarenakan intensitas matahari pada hari kedua rendah, berikut data ditampilkan pada tabel 5.28.

Tabel 5.28 Data hasil pengujian tertinggi dan terendah

Hari Ke	Intensitas Rata-rata (W/m^2)	Rata-rata (^oC)						Total Energi (kWh)	Total Jumlah Air/Kg
		TgoE	TgoW	TgiE	TgiW	Tw	Ta		
Ke 2	97.90	31.80	31.58	26.71	24.92	33.13	28.26	1.28	0.98
Ke 5	420.85	44.02	43.20	42.24	42.61	45.00	32.24	9.79	7.24

Pada tabel diatas dapat dilihat pada hari kedua dengan intensitas rata-rata yang diperoleh 97.90 W/m^2 Temperatur kaca, air dan lingkungan jauh dibawah tempe-rature kaca, air dan lingkungan pada pengujian hari kelima dengan total energi pada hari kedua 1.28 kWh dan jumlah produksi air bersih 0.98 Kg. Sementara pada hari kelima intensitas matahari yang diperoleh rata-rata 420.85 W/m^2 dengan total energi yang diterima 9.79 kWh dan jumlah produksi air bersih 7.24 Kg. Dengan data tersebut maka intensitas sangat mempengaruhi jumlah produksi air bersih karena semangkin tinggi intensitas maka energi yang diterima semakin besar.

2. Pembahasan Energi

Energi yang dieserap pada saat pengujian berbanding dengan tingginya intensitas matahari pada saat pengujian dilakukan. Jelas pada tabel 5.28 diatas dapat dilihat, tingginya intensitas matahari ialah salah satu faktor terbesar yang mempengaruhi besarnya energi yang diterima oleh air laut yang berada pada evaporator. Berdasarkan analisi SPSS diketahui besarnya hubungan antara energi dengan intensitas matahai sebesar 0.94 yang berarti 94% energi dan intensitas matahari sangat berhubungan secara positif.

Tabel 5.29 Korelasi antara intensitas matahari dengan energi yang diserap

Correlations					
			Intensitas	Temperatur Lingkungan	Energy
Spearman's rho	Intensitas	Correlation Coefficient	1.000	.804**	.948**
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000
		N	88	88	88
	Temperatu Lingkungan	Correlation Coefficient	.804**	1.000	.901**
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000
Correlations					
			Intensitas	Temperatur Lingkungan	Energy
Spearman's rho		N	88	88	88
	Energy	Correlation Coefficient	.948**	.901**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.
		N	88	88	88
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).					

Pada tabel diatas dapat dilihat hubungan antara temperatur lingkungan dengan energi yang diserap sangat erat diketahui 0.91 atau 91% dengan ditandai dengan symbol ** yang berarti hubungan kedua variabel sangat kuat secara positif.

Setelah dilakukan korelasi berganda antara variabel terkait dengan variabel bebas yaitu intensitas matahari dan

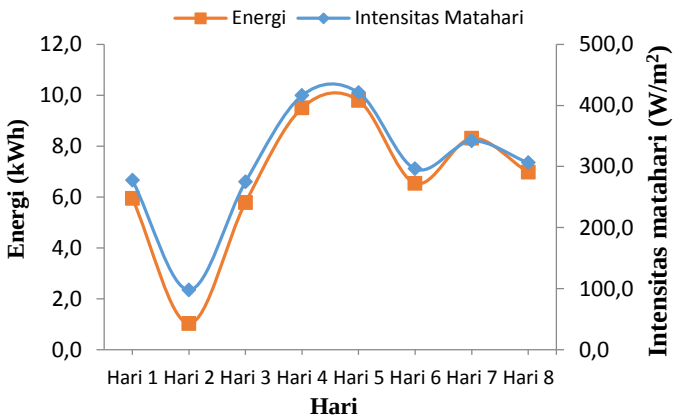
temperature lingkungan maka diproleh data pada tabel 5.30 sebagai berikut.

Tabel 5.30 Korelasi ganda antara Intensitas matahari, temperature lingkungan terhadap energi yang diserap

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.954[a]	0.910	0.908	150.36388

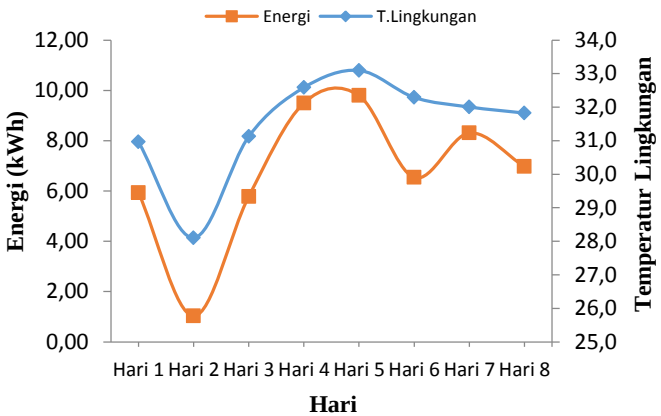
a. Predictors: (Constant), Temperatur_Lingkungan, Intensitas
b. Dependent Variable: Energy

Data pada tabel 5.30 diatas diproleh hubungan antara intensitas matahari, temperature lingkungan terhadap besar energi yang diserap secara bersamaan sebesar 0.95 atau 95% menunjukkan kuatnya hubungan antara ketiga variabel secara positif. Dengan melihat tabel 5.20 pada hari kedua intensitas matahari terrendah diproleh data rata-rata 97.90 W/m^{2}dengan energi yang diserap 1.28 kWh dan data intensitas matahari tertinggi diproleh pada hari kelima dengan data rata-rata 420.85 W/m^{2}dengan energi yang diserap sebesar 9.79 kWh grafik hubungannya ditampilkan pada gambar 5.28 berikut.



Gambar 5.28 Hubungan antara intensitas matahasi dengan energi yang diserap

Dari gambar diatas dapat kita lihat hubungan yang sangat positif dari intensitas matahari dengan energi yang diserap air.Grafik hubungan antara temperature lingkungan dengan energi yang diserap dapat dilihat pada gambar 5.29 berikut.



Gambar 5.29 Hubungan antara temperatur lingkungan dengan energi yang diserap

Pada gambar 5.29 diatas dapat dilihat tinggi rendahnya energi berbanding dengan temperatur lingkungan.Jika dilihat pada hari keenam energi menurun secara cepat dikarenakan intensitas matahari juga tidak begitu tinggi rata-rata hanya 296.07 kWh.

3. Pembahasan Exergi

Intensitas matahari sangat mempengaruhi besarnya exergy pada alat dealinasi, besarnya intensitas matahari pada saat pengujian menaikkan koefisien evaporasi hingga hingga air laut menjadi titik-titik embun dan menempel dipermukaan bagian dalam kaca baik sisi timur maupun sisi barat.Adapun temperature lingkungan juga berpengaruh terhadap laju perpindahan panas dari permukaan kaca ke sisi evaporator bagian dalam. Oleh sebab itu upaya mengetahui besar hubungan antara intensitas matahari,

temperatur lingkungan terhadap besar exergi pada saat pengujian.Adapun data hasil perhitungan besar exergi evaporator dan exergi in, dapat dilihat pada tabel 5.31 berikut.

Tabel 5.31 Exergi evaporator dengan exergi masuk

Ex/Hari	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
Exergi Eva	0.024	0.002	0.025	0.045	0.051	0.028	0.045	0.033
Exergi In	0.518	0.183	0.513	0.776	0.785	0.552	0.638	0.571

Sesuai dengan penjelasan sebelumnya bahwa intensitas matahari sangat mempengaruhi besar exergi pada saat pengujian. Pada tabel 5.31 diatas dapat dilihat exergi evaporator tertinggi pada hari ke lima yaitu 0.051 kWh sesuai dengan rata-rata tinggi intensitas matahari pada hari kelima 420.85 W/m^2, dan pada hari kedua exergi terrendah 0.002 kWh dengan intensitas matahari pada hari kedua rata-rata sebesar 97.90 W/m^2. Sedangkan pada exergi masuk tertinggi pada hari kelima hingga mencapai 0.785 kWh sesuai juga dengan tinggi intensitas pada hari kelima, dan exergi masuk terrendah terdapat pada hari kedua 0.183 kWh sesuai dengan rendah intensitas pada hari kedua yang rendah sehingga temperature lingkungan mendekati *dead state* temperatur.

Setelah dilakukan analisis dengan menggunaan SPSS maka diproleh besarnya hubungan antara exergi evaporator dengan intensitas matahari dan temperatur lingkungan sebesar 0.94 atau sekitar 94% menunjukkan bahwa adanya hubungan yang sangat erat antara ketiga variabel tersebut. Jumlah air bersih hasil pengujian sangat berbanding lurus dengan nilai exergy karena harga energy yang diubah menjadi kerja terbentuk menjadi air bersih yang melekat pada permukaan dalam kaca dan menjadi tetesan air.

Tabel 5.32 Korealasi antara intensitas matahari, temperature lingkungan terhadap exergi evaporator

Correlations					
			Intensitas	Temperatur Lingkungan	Exergy
Spearman's rho	Intensitas	Correlation Coefficient	1.000	.804**	.947**
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000
		N	88	88	88
	Temperatur Lingkungan	Correlation Coefficient	.804**	1.000	.887**
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000
		N	88	88	88
	Exergy	Correlation Coefficient	.947**	.887**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.
		N	88	88	88
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).					

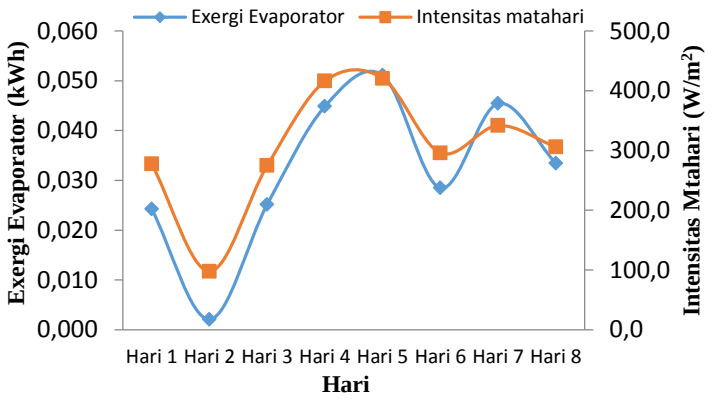
Pada tabel 5.32 diatas dapat dilihat hubungan antara temperature lingkungan sangat besar yaitu 0.81 atau sekitar 81% hubungan antara temperatur lingkungan dengan besarnya exergi sangat besar dan bernilai positif. Hubungan korelasi ganda antara Intensitas, temperature lingkunagn terhadap exergi dapat dilihat pada tabel 5.33.

Tabel 5.33 Korelasi ganda hubungan antara intensitas matahari, temperature lingkungan terhadap exergi evaporator

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.924[a]	0.853	0.849	13.26236
a. Predictors: (Constant), Temperatur_Lingkungan, Intensitas b. Dependent Variable: Exergy				

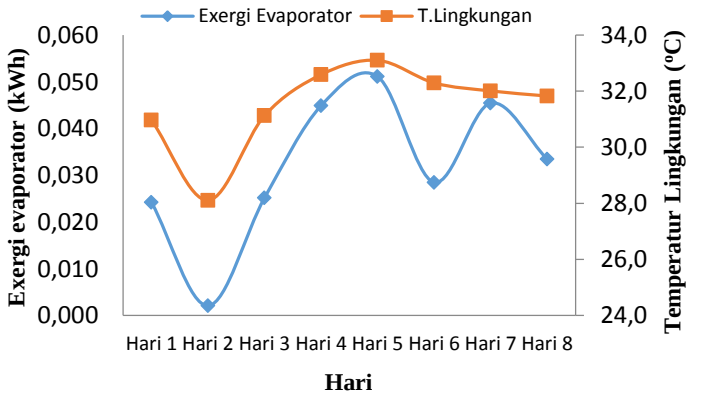
Pada tabel 5.33 diatas dapat dilihat hubungan antara intensitas matahari, temperature lingkungan terhadap besar exergi dari alat desalinasi sebesar 0.92 atau sekitar 92% menyatakan hubungan yang sangat kuat dan terbilang

positif. Grafik hubungan antara ntensitas matahari dengan exergi evaporator dapat dilihat pada gambar 5.30 sebagai berikut.



Gambar 5.30 hubungan antara intensitas matahari dengan exergi evaporator

Pada gambar 5.30 diatas dapat dilihat exergi evaporator selalu mengikuti intensitas matahari walau pada hari.Besar intensitas matahari dengan besar exergi evaporator dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.21 sebelumnya.Hubungan antara temperature lingkungan denga besar exergi evaporator dapat dilihat pada gambar 5.31 berikut.



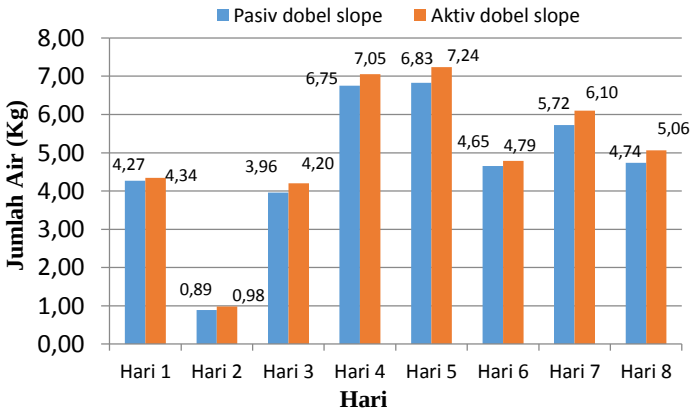
Gambar 5.31 Hubungan antara temperatur lingkungan dengan exergi evaporator

Seperti telah dikatakan sebelumnya bahwa intensitas matahari berpengaruh terhadap besar exergi evaporator, tentunya intensitas matahari mempunyai peran penting terhadap tinggi rendahnya temperatur lingkungan sehingga exergi evaporator juga selalu mengikuti tinggi rendahnya temperature lingkungan seperti telihat pada gambar 5.31 diatas.

4. Perbandingan Unjuk Kerja Alat Desalinasi Aktiv Dan Pasiv

Pada waktu yang sama, pengujian dilakukan bersamaan dengan alat desalinasi pasiv memanfaatkan energi matahari sebagai energi utama sistem evaporator kemiringan ganda pada dimensi yang sama. Tujuannya sebagai perbandingan uji *performance*juga sebagai tolak ukur hasil jumlah produksi air bersih yang dihasilkan pada proses desalinasi air laut. Pada hari dan waktu yang sama, kedua alat di uji lalu proses pengujian direkam dengan mengambil data setiap waktunya, sampai selesai hari pengujian dan diproleh hasil yang berbeda.

Jumlah produksi air bersih yang dihasilkan menunjukkan alat desalinasi system aktiv dengan menambahkan pompa untuk mensirkulasikan air laut pada evaporator, jumlah produsi air bersih lebih banyak dibandingkan dengan jumlah produksi air bersih pada alat desalinasi sistem pasiv, hal ini sesuai dengan yang diharapkan sebelumnya dikarenakan sisitem aktiv lebih efektiv karena mampu menyerap kembali energi yang terpantul dari permukaan air laut dan mengurangi temperature dari permukaan kaca evpavorator bagian dalam. Adapun grafik perbandigan jumlah produksi air bersih yang dihasilkan dari kedua alat tersebut dapat dlihat pada gambar 5.28 berikut.



Gambar 5.32 Perbandingan jumlah air hasil pengujian aktiv dan pasiv

Dari grafik diatas dapat dilihat perbedaan jumlah produksi air bersih saat pengujian dari kedua model sistem aktiv dan pasiv. Pada hari pertama sistem aktiv diproleh jumlah air 4.34 kg dan pada system pasiv 4.27 kg, pada hari kedua sistem aktiv memproduksi air bersih 0.98 kg dan sistem pasiv 0.89 kg, pada hari ketiga sistem aktiv memproduksi air bersih 4.20 kg dan pada sisstem pasiv 3.96 kg, pada hari keempat sistem aktiv 7.05 kg dan sistem pasiv 6.75 kg, pada hari kelima sistem aktiv 7.24 kg dan sistem pasiv 6.83 kg, pada hari keenam sistem aktiv 4.79 kg dan sistem pasiv 4.65 kg, pada hari ketujuh sistem aktiv 6.10 kg dan sistem pasiv 5.72 kg, untuk hari kedelapan sistem aktiv 5.06 kg dan sistem pasiv 4.74 kg.

Dari data yang diproleh jumlah air hasil pengujian sistem aktiv dan pasiv hanya terlihat sedikit perbedaan jumlah air bersih, dikarenakan upaya penambahan energi panas yang dapat menaikkan temperatur air tidak di adakan, hanya memanfaatkan pompa untuk mensirkulasikan air yang berada pada basin lalu menyerap kembali energi yang terpantul dari air agar mengurangi temperature permukaan kaca bagian dalam. Hal ini sesuai

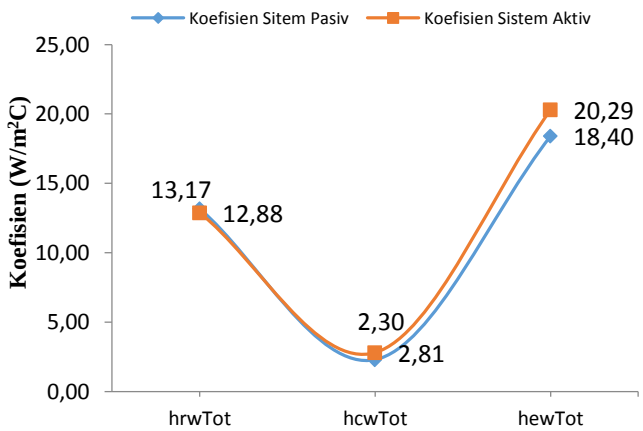
dengan temperature dan koefisien perpindahan panas yang terjadi saat pengujian, data temperatur dan koefisien perpidahan panas dapat dilihat pada tabel 5.28 berikut.

Tabel 5.34 Data perbandingan koefisen dan energi hasil pengujian tertinggi

Waktu	Data Koefisen dan Energi Hasil Pengujian Tertinggi							
	Total Koefisien Sistem Pasiv ($W/m^{2o}C$)			Total Koefisien Sistem Aktiv ($W/m^{2o}C$)			Energi (kWh)	
	hrw	hcw	hew	hrw	hcw	hew	Pasiv	Aktiv
8:00	11.24	2.65	9.36	11.24	2.78	9.81	0.23	0.24
9:00	12.45	2.33	13.60	12.45	2.51	14.67	0.57	0.61
10:00	12.81	2.17	14.56	12.81	2.38	15.99	0.76	0.82
11:00	13.35	2.31	18.79	13.35	2.52	20.49	1.07	1.15
12:00	13.61	2.85	25.46	13.61	3.00	26.77	1.28	1.33
13:00	14.21	1.86	20.31	14.21	2.20	23.96	1.26	1.44
14:00	14.10	2.51	26.39	14.10	2.71	28.50	1.43	1.52
15:00	14.06	2.81	29.12	14.06	2.99	30.92	1.61	1.68
16:00	13.56	2.42	21.22	13.56	2.61	22.97	0.68	0.72
17:00	13.25	2.22	17.42	13.28	2.13	16.92	0.22	0.22
18:00	12.24	1.15	6.20	12.26	1.11	6.01	0.07	0.07
	13.17	2.30	18.40	13.18	2.45	19.73	0.83	0.89

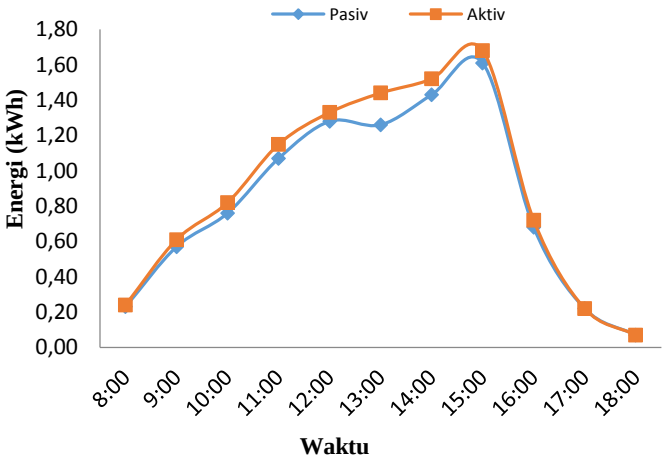
Pada tebel diatas dapat dilihat rata-rata koefisien radiasi pada sistem pasiv 13.17$W/m^{2o}C$ pada sisitem aktiv lebih tinggi rata-rata 13.18 $W/m^{2o}C$, untuk koefisien konveksi pada sistem pasiv 2.30$W/m^{2o}C$ dan sistem aktiv 2.45$W/m^{2o}C$, sedangkan koefisien evaporasi pada sistem pasiv rata-rata 18.40$W/m^{2o}C$ dan sisitem pasiv jauh lebih tinggi rata-rata 19.73$W/m^{2o}C$ hal ini sesuai dengan energi yang diproleh sistem aktiv pada saat pengujian, energi yang terpakai diruang evaporator lebih tinggi karena telah diserap air dan terjadi perpindahan panas ke air dan

meningkatkan koefisien evaporasi lebih tinggi dari sistem pasiv. Grafik koefisien perpindahan panas antara sistem pasiv dan sistem aktiv dapat dilihat pada gambar 5.29 berikut.



Gambar 5.33 Perbandingan koefisien sistem pasiv dan aktiv

Pada gambar diatas dapat dilihat rata-rata perbandingan koefisien perpindahan panas yang diproleh dari sistem pasiv dan aktiv pada saat pengujian.Pada koefisien evaporasi jarak garis menunjukkan lebih jauh dibandingkan dari jarak garis pada koefisien radiasi dan konveksi, hal ini menandakan bahwa energi yang digunkan untuk menguapkan air didalam evaporator pada sistem aktiv lebih besar dibandingkan energi yang digunakan untuk menguapkan air pada evaporator sistem pasiv.Grafik perbandingan energi pada alat desalinasi sistem aktiv dan sistem pasif dapat dilihat pada gambar 5.30 berikut.



Gambar 5.34 Perbandingan Energi yang diserap pada sistem pasiv dan aktiv

Pada grafik diatas dapat dilihat perbandingan tinggi rendahnya energi yang diserap air dari dua model alat desalinasi sistem pasiv dan sistem aktiv. Dari tabel 5.28 diatas diketahui rata-rata energi yang diserap pada sistem pasiv 0.83 kWh dan energi yang diserappada sistem aktiv 0.89 kWh.Tekanan yang rendah didalam evaporator membantu cepet memuainya air didalam evaporaotor walaupun temperature air didalam tidak mencapai titik didih dari air pada 1 atm yaitu 100 ^{o}C.

Pada saat pengujian temperatur air tertinggi hanya mencapai 56.01 ^{o}C jauh dari titik didih air pada tekanan 1 atm.

BAB VI
PENUTUP

Pada Bab ini akan membahas kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Setelah mendapatkan hasil dari pembahasan data yang didapat dari pengujian maka dapat disimpulkan bahwa energy yang diserap air akan bergantung terhadap tingginya nilai intensitas matahari. Intensitas matahari yang tinggi akan menghasilkan energy panas yang tinggi sehingga air lebih cepat menguap. Adanya sprey tambahan pengabut air berpengaruh terhadap laju penguapan yang sedikit lebih cepat dikarenakan adanya lapisan air yang tipis diudara sehingga air lebih cepat memuai.

Total energi yang diserap evaporator perharinya pada hari pertama hingga mencapai 5.94 kWh, pada hari kedua energi yang diserap lebih rendah dari hari pertama sebesar 1.37 kWh, untuk hari ketiga besar energi yang diserap 5.79 kWh lebih tinggi dibandigkan hari kedua, untuk hari keempat beasr energi yang diserap 9.49 kWh lebih besar disbanding dengan hari ketiga, untuk hari kelima besar energi yang diserap hingga 9.78 kWh dan ini cukup tinggi melibihi besar energi hari keempat, untuk hari keenam energi yang diserap 6.53 kWh juga hampir mendekati tinggi energi pada hari kelima, dan untuk hari ke tujuh energi yang diserap 8.30 kWh sama besar dengan hari kedua, sedangkan energi yang diserap pada hari kedelapan mencapai 6.98 kWh. Energi yang diserap tertinggi telihat pada hari ke lima pengujian hingga mencapai 9.78 kWh, dan yang terrendah pada hari kedua dan ketujuh 1.37 kWh.

Jumlah air yang dihasilkan pada pengujian lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah air yang diproleh dari pembahasan, pada hari pertama jumlah air yang dihasilkan dari pengujian 4.34 kg sedangkan hasil air dari perhitungan 4.54 kg dan hasil pengujian hari kedua 0.98 kg sedangkan jumlah air dari

perhitungan 1.03 kg, untuk hari ketiga jumlah air hasil pengujian 4.20 kg sedangkan jasil dari perhitungan 4.42 kg, unntuk hari keempat jumlah air hasil pengujian 7.05 kg sedangkan hasil dari perhitungan 7.25 kg untuk hari kelima jumlah air dari hasil pengujian 7.24 kg sedangkan dari hasil perhitungan 7.48 kg, untuk hari keenam jumlah air dari hasil pengujian 4.79 kg dan jumlah dari hasil perhitungan 4.99 kg, pada hari ketujuh jumlah air hasil pengujian 6.10 kg sedangkan jumlah air hasil perhitungan 6.39 kg, untuk hari kedelapan jumlah air hasil pengujian 5.06 kg sedangkan jumlah air hasil perhitungan 5.31kg.

Efisiensi energi yang diproleh dari hasil pembahasan dari data hasil pengujian teringgi pada hari kelima hingga mencapai 95.68%, menyusul nilai tertinggi setelahnya pada hari pertama 81.43 % dan lanjut dihari ketujuh 77.92% lalu pada hari ke tiga 75.51% dan selanjutnya pada hari kedelapan mencapai 73.71% lalu menyusul pada hari keempatdengan nilai 73.19%, lalu hari keenam71.67 % dan nilai terendah pada hari kedua 66.18 %.

Besar exergi Evaporator yang diproleh dari pembahasan data hasil pengujian yaitu pada hari pertama hingga mencapai 0.064 kWh pada jam 11:00 wib dan pada hari kedua sangat rendah 0.006 kWh pada jam 16:00 wib dan pada hari ketiga 0.065 kWh pada jam 13:00 wib, untuk hari keempat 0.096 kWh pada jam 13:00 wib, dan untuk hari kelima sangat tinggi 0.108 kWh pada jam 13:00 wib dan hari keenam 0.069 kWh pad jam 13:00 dan hari tujuh lebih tinggi dari hari ketujuh hingga 0.128 kWh pada jam 14:00 wib dan hari kedelapan 0.104 kWh pada jam 14:00 wib.

DAFTAR NOTASI

A_s = Luas bak penyuling matahari
A_{ss} = Luas sisi samping penyuling
A_{gE} = Luas permukaan penutup kondensasi sisi timur penyuling
matahari
A_b = Luas bak penyuling matahari
A_{gW} = Luas permukaan penutup kondensasi sisibarat
C = Konstanta yang tidak diketahui dalam ekspresi angka Nusselt
C_{bf} = Panas spesifik dari fluida dasar
C_p = Kapasitas panas spesifik dari udara lembab
g = Percepatan gravitasi
Gr = Grashoff number
h_b = Koefisien perpindahan panas menyeluruh bak
h_{ba} = Koefisien perpindahan panas antara bak dan udara ambien
$h_{b.bf}$ = Koefisien perpindahan panas antara bak dan fluida dasar
h_{cE} = Koefisien perpindahan panas konveksi internal di sisi timur
h_{cW} = Koefisien perpindahan panas konveksi internal di sisi timur
h_{cg} = Koefisien konveksi perpindahan panas kaca penutup
h_{cw} = Koefisien perpindahan panas konvektif dari air ke permukaan kaca
h_{cb} = Koefisien konveksi bak
$h_{ebf.E}$ = Koefisien perpindahan panas evaporatif dari fluida dasar
ke sisi timur kaca penutup
$h_{ebf.W}$ = Koefisien perpindahan panas evaporatif dari fluida dasar
ke sisi barat kaca penutup
h_{eW} = Koefisien perpindahan panas evaporatif internal di sisi barat

h_{EW} = Koefisien perpindahan panas radiatif interal antara timur dan barat penutup kondensasi

h_{eE} = Koefisien perpindahan panas evaporatif internal di sisi timur

h_{ew} = Koefisien perpindahan panas evaporatif dari air ke permukaan kaca

h_{rE} = Koefisien perpindahan panas radiasi internal di sisi timur

h_{rW} = Koefisien perpindahan panas radiasi internal di sisi barat

h_{rg} = Koefisien radiasi perpindahan panas kaca penutup

h_{rb} = Koefisien radiasi bak

h_{rw} = Koefisien perpindahan panas radiasi dari air ke permukaan kaca

h_{tg} = Total koefisien perpindahan panas kaca penutup

h_{tw} = Total koefisien kehilangan perpindahan panas

h_w = Koefisien perpindahan panas konvektif dari bak ke air

$h_{1bf.E}$ = Total koefisien perpindahan panas internal di sisi timur

$h_{1bf.W}$ = Total koefisien perpindahan panas internal di sisi barat

I_{SE} = Intensitas matahari di sisi timur penutup kondensasi

$I(t)$ = Total intensitas matahari pada penutup

$I_S(t)$ = Intensitas matahari pada penyuling

I_{SW} = Intensitas matahari di sisi barat penutup kondensasi

k = Konduktivitas termal dari udara lembab

K_g = Konduktivitas termal dari penutup kondensasi

K_{ins} = Isolasi konduktivitas termal

L_g = Ketebalan penutup kondensasi

L_{ins} = Ketebalan insulasi

L_V = Panas laten penguapan

$\dot{M}_{bf}$ = Hasil yang diperoleh dari sistem

M_{bf} = Massa fluida dasar di bak penyuling matahari

Nu = Nusselt number

n = Konstanta yang tidak diketahui dalam ekspresi angka Nusselt

P_w = Tekanan parsial jenuh air

P_g = Tekanan parsial jenuh kaca

$\dot{q}_g$ = Laju total energi dari penutup kaca

$\dot{q}_{cg}$ = Laju energi yang hilang dari penutup kaca dengan konvektif

$\dot{q}_{rg}$ = Laju energi yang hilang dari penutup kaca dengan radiasi

$\dot{q}_{rw}$ = Laju energi yang hilang dari permukaan air oleh radiasi

$\dot{q}_{cw}$ = Laju energi yang hilang dari permukaan air oleh konveksi

$\dot{q}_{ew}$ = Laju energi yang hilang dari permukaan air oleh evaporasi

$\dot{q}_{tw}$ = Total laju perpindahan energi yang hilang dalam penyuling dari air ke kaca

T_{bf} = Suhu fluida dasar

T_{giE} = Suhu dalam penutup kondensasi sisi timur penyuling

T_{giW} = Suhu dalam penutup kondensasi sisi barat penyuling

T_{gOE} = Suhu luar penutup kondensasi sisi timur penyuling

T_{gOW} = Suhu luar penutup kondensasi sisi barat penyuling

T_g = Suhu permukaan bagian dalam penutup kaca

T_a = Suhu dalam evaporator

T_{sky} = Suhu Udara

T_w = Suhu air

U_{ga} = Koefisienperpindahan panas keseluruhan Antara penutup kondensor dan udara ambien

U_{gE} = Koefisienperpindahan panas keseluruhan antara penutup kondensor luar dari sisi timur dan udara ambien

U_{gW} = Koefisienperpindahan panas keseluruhan antara penutup kondensor luar dari sisi barat dan udara ambien

U_{ba} = Koefisien perpindahan panas keseluruhan antara cekungan liner dan ambien

U_e = Koefisien kehilangan panas sisi keseluruhan

v = Kecepatan angin

x = Jarak rata-rata antara permukaan air dan penutup kaca

η_{th} = Efisiensi energi termal
$\eta_{L,th}$ = Efisiensi energi termal yang hilang
Δt = Interval waktu
α_g = Fraksi energi matahari yang diserap oleh penutup kondensasi
α_w = Fraksi energi matahari yang diserap oleh fluida dasar
α_b = Fraksi energi matahari yang diserap oleh permukaan bak
α_{bf} = Fraksi energi matahari yang diserap oleh fluida dasar
ϵ_g = Emisivitas kaca
ϵ_{eff} = Emisivitas efektif
ϵ_w = Emisivitas air
σ = Stephan–Boltzman coefficient
Pr = Prandtl number
μ = Viskositas dinamis udara lembab
β = Faktor ekspansi
ρ = Densitas udara lembab
$(\alpha\tau)_{eff}$ = Produk absorptivitas-transmitansi efektif fluks matahari
θ = Kemiringan penutup kaca

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Ditjen Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan, mengairi pulau dengan desalinasi, diambil pada tanggal 12 November 2018 dari http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/ver2/news/read/114/mengairi-pulau-dengan-desalinasi.html.

I. Al-Hayeka, O.O. Badran, *The effect of using different designs of solar stills on water distillation, Desalination* 169 (2004) 121–127.

Eko Yohanes setyawan, Optimasi system desalinasi natural dengan menggunakan solar kolektor,2017.

Himsar Ambarita, *Study on the performance of natural vacuum desalination system using low grade heat source, Case Studies in Thermal Engineering* 8 346–358 2016.

G.N. Tiwari, Lovedeep Sahota, *Review on the energi and economic efficiencies of passive and active solar distillation systems*, *Desalination* 401 151–1792017.

Hongfei Zheng Beijing Institute of Technology, Haidian, Beijing, Solar Energi*Book Desalination Technology,Publisher John Fedor ISBN*: 978-0-12-805411-62017.

I. Pollet, J. Pieters, *Effect of inclination angle on the light transmittance of condensate covered homogeneous thin transparent materials, Sol. Energi Mater. Sol. Cells 73 (2002) 435–439.*

A.S. Nafey, H.E.S. Fath, S.O. El-Helaby, A.M. Soliman, *Solar desalination using humidification dehumidification processes, part I: a numerical investigation, Energi Convers. Manag. 45 (2004) 1243–1261.*

O.O. Badran, H.A. Al-Tahaineh, *The effect of coupling a flat plate collector on the solar still productivity, Desalination 183 (2005) 137–142.*

M.S.K. Tarawneh, *Effect of water depth on the performance evaluation of solar still, Jordan J. Mech. Ind. Eng. 1 (1) (2007) 23–29 M.S.K. Tarawneh, Effect of water depth on the performance evaluation of solar still, Jordan J. Mech. Ind. Eng. 1 (1) (2007) 23–29*

M.R. Karimi Estahbanati ,Mehrzad Feilizadeh, Khosrow Jafarpur, Mansoor Feilizadeh, Mohammad Reza Rahimpour,

Experimental investigation of a multi-effect active solar still: The effect of the number of stages, Applied Energi Volume 137, 1 January 2015 pages 46-55, 2014.

Dewi Jumineti Analisa kinerja alat destilasi penghasil air tawar dengan sistem evaporasi uap tenaga surya,2014.

G.A. Bemporad, *Basic hydrodynamic aspects of a solar energi based desalination process, Desalination* 54 (1995) 125–134

S. Al-Kharabsheh, D.Y. Goswami, *Theoretical analysis of a water desalination system using low grade solar heat*, J. Sol. Energi Eng. 126 (2004) 774–780.

M.R. Karimi Fernandez Jose L, Chargoy N. *Multi-stage, indirectly heated solar still. SolEnergi 1990;4:215–23*

Xiong J, Xie G, Zheng H. *Experimental and numerical study on a new multi-effect solar still with enhanced condensation surface. Energi Convers Manage*2013;73:176–85.

Ibrahem Altarawneh, Saleh Rawadieh, Mohammad Batiha, Leema Al-Makhadmeh Sultan Alrowwad, Muafag Tarawneh, *Experimental and numerical performance analysis and optimization of single slope, double slope and pyramidal shaped solar stills, Desalination Volume 423, 1 Desember* 2017 pages 124-134.

Incropera, DeWitt, Bergman, and Lavine, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 6th Ed., 1996.

A.K. Tiwari, G.N. Tiwari, *Thermal modeling based on solar fraction and experi-mental study of the annual and seasonal performance of a single slope passive solar still: the effect of water depths, Desalination* 207 (2007) 184–204

K. Sampathkumar, T.V. Arjunan, P. Pitchandi, P. Senthilkumar, *Active solar dis-tillation-a detailed review, Renew. Sust.Energ. Rev*. 14 (2010) 1503–1526,

Tiwari AK, Tiwari GN. *Effect of the condensing cover's slope on internal heatand mass transfer in distillation: an indoor simulation. Desalination*2005;180:73–88.

Tiwari, *Characteristic equation of a passive solar still, Desalination 245 Desalination 423 (2017) 124–134* (2009) 246–265

Balasubramanian Viswanathan, *Energi sources fundamentals of chemical conversion processes and applications, Publisher: John*

Dunkle, R. V., *Solar water distillation: The roof type still and a multiple effect diffusion still*. Int. Development in Heat Transfer, ASME, Proc. Int. Hear Transfer, Part V, University of Colorado, 1961, p. 895

M.S.El-Sebaey Sh. Shams El-Din, M. Habib and A. El-Hanafy,An, *Experimental Study on a New Design of Double Slope Solar Still with External Flatted and Internal Parabolic Reflectors*, *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 9, Issue 6 (Nov. - Dec. 2013), PP 40-54.*

M. J. Moran and H. N. Shapiro, *Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 5th Edition*, vol. 181, no. 4615. 2006.

Lovedeep Sahota, G.N. Tiwari, *Effect of Al 2O3 nanoparticles on the performance of passive double slope solar still,Solar Energi* 130 260–272,2016.

Lovedeep Sahota, G.N. Tiwari, *Exergoeconomic and enviroeconomic analyses of hybrid double slope solar still loaded with nanofluids,Energi Conversion and Management* 148 413–430, 2017.

Lovedeep Sahota, Shyam, G.N. Tiwari, *Energi matrices, enviroeconomic and exergoeconomic analysis of passive double slope solar still with water based nanofluids*, *Desalination* 409 66–79, 2017.

Lovedeep Sahota, Shyam, G.N. Tiwari, *Analytical characteristic equation of nanofluid loaded active double slope solar still coupled with helically coiled heat exchanger,Energi Conversion and Management*135 308-3262016.

L. Sahota, G.N. Tiwari, *Effect of nanofluids on the performance of passive double slope solar still A comparative study using characteristic curveDesalination* 388 9–21, 2016.

V.K. Dwivedi, G.N. Tiwari, *Comparison of internal heat transfer coefficients in passive solar stills by different thermal models: An experimental validation*,Desalination 246 (2009) 30 –318,2009.

D.B. Singh, G.N.Tiwari, *Enhancement in energi metrics of double slope solar stillby incorporating N identical PVT collectors,Solar Energi* 143 (2017) 142–161.

G.N.Tiwari, J.K.Yadav, D.B.Singh, I.M.Al-Helal, Ahmed Mahmod Abdel-Ghany, *Exergoeconomic and enviroeconomic analyses of partially covered photovoltaic flat plate collector active solar distillation system,Desalination Volume 367, 1 july* 2015*pages* 186-196.

V.K. Dwivedi, G.N. Tiwari, *Experimental validation of thermal model of a double slope active solar still under natural circulation mode,Desalination Volume 250 issue 1, 1 January* 2010*pages 49-55*.

D.B. Singh, G.N. Tiwari, I.M. Al-Helal, V.K. Dwivedi, J.K. Yadav ,*Effect of energi matrices on life cycle cost analysis of passive solar still*, Solar Energi 134 (2016) 9–22,2016.

Gopal N. Tiwari, Lovedeep Sahota, *Handbook Exergi and Technoeconomic Analysis of Solar Thermal Desalination*, 2018.

Shiv Kumar, G.N. Tiwari, *Analytical expression for instantaneous exergi efficiency of a shallow basin passive solar still,International journal of thermal sciencces Volume 50 Issue 12, Desember* 2011, *Pages 2543-2549*.

Rahul Dev, H.N. Singh, G.N. Tiwari, *Characteristic equation of double slope passive solar still*, *Desalination Volume 267 Issues 2-3, 15 February* 2011, *Pages 261-266*.

Rahul Dev, G.N. Tiwari, *Characteristic equation of a passive solar still, Desalination Volume 245, Issues 1-3, 15 September* 2009*Pages 246-265*.

M.M. Morad , Hend A.M. El-Maghawry, Kamal I.Wasfy, *Improving the double slope solar still performance by using flat plate solar collector and cooling glass cover*, *Desalination Volume 373, 1 October* 2015 *Pages 1-9*.

M. Boubekri , A. Chaker , A. Cheknane, *Modeling and simulation of the continuous production of an improved solar still coupled with a photovoltaic/thermal solar water heater system,Desalination Volume 331, 16 December*2013 Pages 6-15.

M. Boubekri, A. Chaker, *Yield of an improved solar still numerical approach,Energi Procedia Volume 6, 2011 Pages 610-615*.

H.N. Singh, G.N.Tiwari, *Monthly performance of passive and active solar stills for different Indian climatic conditions,Desalination Volume 168, 15 August* 2004, *Pages 145-150*.

A.A. El-Sebaii, *Effect of wind speed on active and passive solar stills,Energi Conversion and Management, Volume 45, Issues 7-8, May* 2004, *Pages 1187-1204.*

Osman Ali Hamadou, *Khamlichi Abdellatif, Modeling an active solar still for sea water desalination process optimization*, *Desalination Volume 354, 1 December* 2014 *Pages 1-8*.

V. Ramachandra Raju , R. Lalitha Narayana, *Effect of flat plate collectors in series on 5 performance of active solar still for Indian 6 coastal climatic condition*, *Journal of king university Engineering Sciences, Volume 30, Issue 1, January* 2018 *Pages 78-85*.

Gajendra Singh, Shiv Kumar , G.N. Tiwari, *Fabrication and performance evaluation of a hybrid photovoltaic thermal (PVT) double slope active solar still*, *Desalination Volume 227, Issues 1-3, 15 August* 2011 *Pages 399-406*.

D.B. Singh, G.N. Tiwari, *Effect of energi matrices on life cycle cost analysis of partially covered photovoltaic compound parabolic concentrator collector active solar distillation system, Desalination Volume 397, 1 November* 2016*Pages 75-91*.

Anil Kr. Tiwari, G.N. Tiwari, *Thermal modeling based on solar fraction and experimental study of the annual and seasonal performance of a single slope passive solar still: The effect of water depths,Desalination Volume 207, Issues 1-3, 10 March* 2007 *Pages 184-204.*

Gopal N. Tiwari, Lovedeep Sahota, *Exergi and Technoeconomic Analysis of Solar Thermal Desalination, Handbook Application and thermodynamics* 2018, pages 517-580