

BAB 1

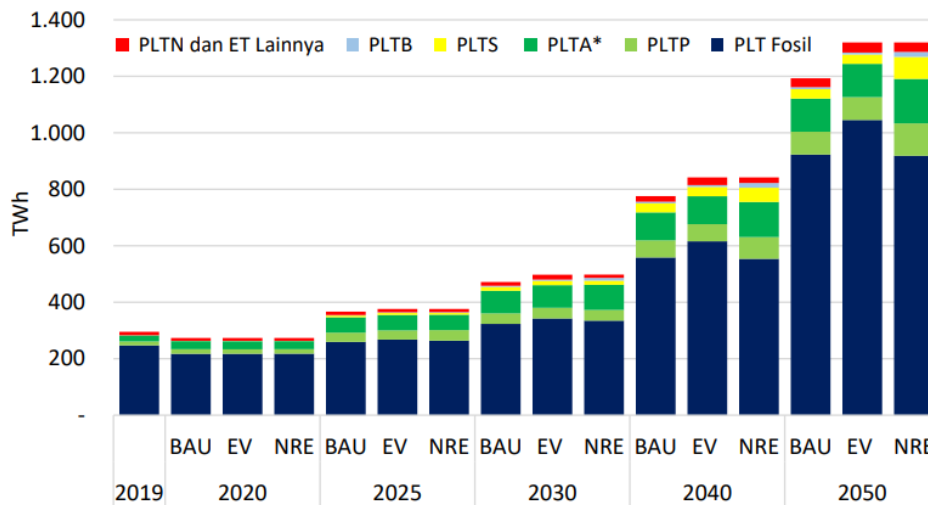
USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia. Tetapi saat ini, banyak wilayah di Indonesia sulit untuk mendapatkan akses terhadap air bersih. Sebuah penelitian pada tahun 2022 di Yogyakarta, menunjukkan bahwa 7 dari 10 sampel sumber air bersih tidak memenuhi syarat Permenkes RI No.32 tahun 2017 [1].

Penggunaan air yang tidak layak pakai dapat mengakibatkan gangguan pada kesehatan. Lebih dari 50 penyakit dapat disebabkan air kotor, dan 50% penyebab kematian anak kecil disebabkan oleh penggunaan air yang tidak layak pakai [2]. Mengonsumsi dan menggunakan air yang sudah tercemar bakteri akan memberikan dampak buruk pada tubuh. Dampak dari menggunakan air yg tercemar dapat menyebabkan diare, penyakit kulit, dan malnutrition [2]. Oleh karena itu, kualitas air yang digunakan harus dalam kondisi layak pakai.

Ketersediaan air bersih yang semakin menipis salah satunya disebabkan oleh perubahan iklim yang ekstrim [3]. Perubahan iklim yang ekstrim dapat mengakibatkan pola hujan yang tidak menentu. Sehingga dapat mengakibatkan kekeringan dan banjir. Kekeringan akan berdampak pada ketersediaan air bersih. Lalu ketika terjadi banjir, sumber air akan terkontaminasi dengan limbah. Perubahan iklim yang ekstrim merupakan efek dari karbon emisi [4]. Hal tersebut terjadi karena jumlah karbon yang dilepaskan ke atmosfer lebih banyak daripada yang diserap oleh bumi. Salah satu penghasil karbon emisi terbesar berasal dari pembangkit listrik tenaga fosil. Pembangkit listrik tenaga fosil menghasilkan emisi CO₂ sebesar 820g/KwH [5]. Untuk mengurangi emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer, diperlukan sumber energi terbarukan, seperti energi matahari.



Gambar 1.1. 1 Sektor produksi listrik Indonesia [6]

Energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan cahaya matahari dan dirubah menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip *photovoltaic* [7]. PLTS dibagi menjadi 2, yaitu PLTS *Off-Grid* dan PLTS *On-Grid*. PLTS *Off-Grid* adalah sistem PLTS yang tidak memerlukan bantuan sumber energi lain. Sedangkan PLTS *On-Grid* adalah sistem PLTS yang memerlukan bantuan sumber energi lain seperti sumber listrik dari PLN [8].

1.2 Analisis Umum

Analisis masalah dimulai dengan mengidentifikasi masalah menjadi latar belakang dan menganalisa masalah dari segi aspek kesehatan, aspek ekonomi, serta aspek lingkungan dan keberlanjutan.

1.2.1 Aspek Kesehatan

Penggunaan air yang tidak layak pakai dapat mengakibatkan gangguan pada kesehatan. Lebih dari 50 penyakit dapat disebabkan air kotor, dan 50% penyebab kematian anak kecil disebabkan penggunaan air [2]. Mengonsumsi dan menggunakan air yang sudah tercemar bakteri akan memberikan dampak buruk pada tubuh. Dampak dari menggunakan air yg tercemar dapat menyebabkan diare, penyakit kulit, dan malnutrition [2].

Emisi karbon yang dihasilkan oleh listrik mengakibatkan kenaikan suhu di bumi dan cuaca yang ekstrem [9]. Hal tersebut dapat mengakibatkan dehidrasi dan penyakit pernafasan karena kualitas udara yang semakin buruk [4].

1.2.2 Aspek Ekonomi

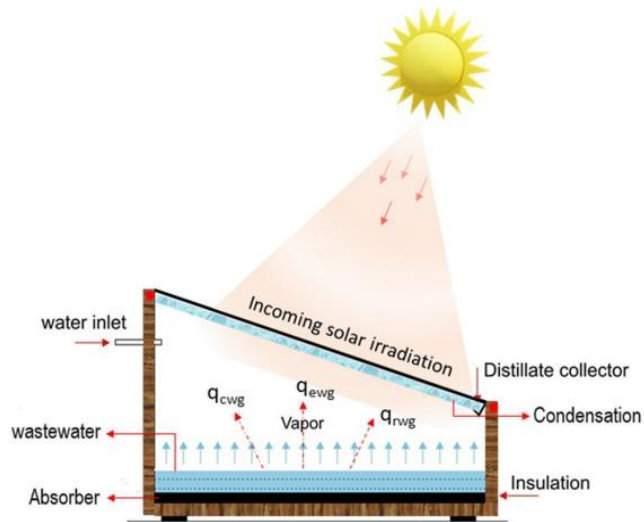
Dampak yang ditimbulkan pada kesehatan berdampak pada ekonomi dan keadaan sosial. Di sisi lain, perubahan iklim yang ekstrem juga berdampak pada sektor pertanian dan pariwisata [4]. Pada sektor pertanian, perubahan iklim yang ekstrem akan berdampak pada fluktuasi curah hujan [10]. Hal tersebut menyebabkan kekeringan ataupun banjir. Kekeringan ataupun banjir yang terjadi mengakibatkan terganggunya siklus pertanian [10]. Pada sektor pariwisata, perubahan iklim yang ekstrem akan mempengaruhi kondisi pada destinasi wisata. Hal tersebut berdampak pada kondisi suhu dan curah hujan pada destinasi wisata yang dapat mengakibatkan menurunnya minat wisatawan untuk berwisata [11].

1.2.3 Aspek Lingkungan dan Keberlanjutan

Saat ini, produksi listrik konvensional terbesar berasal dari pembangkit listrik tenaga fosil [6]. Pembangkit listrik tenaga fosil menghasilkan emisi karbon sebesar 820 g/KwH [5]. Efek emisi karbon yang dihasilkan mengakibatkan meningkatnya suhu bumi dan perubahan iklim [12]. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi listrik terbarukan yang menghasilkan emisi CO₂ yang lebih rendah.

1.3 Solusi Sistem yang Diusulkan

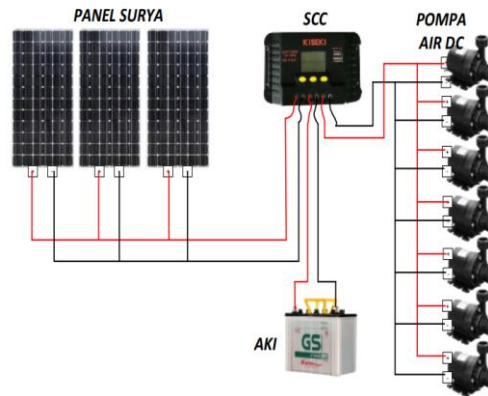
1.3.1 Solar Distiller



Gambar 1.3. 1 Skema *Solar Distiller* [13]

Salah satu penggunaan energi matahari adalah *solar distiller*. *Solar distiller* dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan air bersih. Sistem dimulai dengan memasukkan air yang terkontaminasi ke dalam *chamber* melalui *inlet* air. Radiasi sinar matahari akan mengenai kaca yang akan dikirimkan ke *solar absorber* untuk memanaskan air. Setelah itu, akan terjadi berbagai proses transfer panas internal yaitu, konveksi, evaporasi, dan radiasi. Proses ini memungkinkan untuk memisahkan air dengan berbagai jenis limbah, polutan, garam, dll [13]. Setelah air dipanaskan molekul air yang berbentuk cair akan berubah fasa menjadi gas. Gas yang dihasilkan melalui proses ini akan ditahan oleh kaca dan terjadi proses kondensasi. Terjadi perbedaan temperatur yang tinggi antara uap dengan permukaan kaca yang menyebabkan proses kondensasi. Air yang sudah melalui proses kondensasi akan turun ke kolektor hasil distilasi. Air hasil kondensasi dapat turun ke kolektor dikarenakan desain kaca yang dibuat miring. Kelebihan solar distiller yaitu dapat menghasilkan air dengan kualitas yang baik [13]. Tetapi air yang dihasilkan hanya sebanyak 3,5 L/hari untuk solar distiller dengan ukuran 1 x 1 meter [13].

1.3.2 PLTS *Off-Grid* Sebagai Penggerak Pompa Air DC



Gambar 1.3. 2 Skema PLTS *Off-Grid* sebagai Penggerak Pompa Air DC [14]

Penggunaan energi matahari sebagai pembangkit listrik dapat membantu mengurangi efek emisi karbon. Dalam penggunaannya, PLTS *off-grid* menghasilkan emisi karbon sebanyak 48g/KwH [5]. Solusi ini menggunakan panel surya *monocrystalline* 300 Wp, baterai 12V 45Ah, dan pompa DC 12V 22W 800L/h [14]. Pada PLTS *Off-grid*, sistem dimulai dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan kemudian akan disimpan ke dalam baterai untuk digunakan sebagai penggerak pompa DC. Dengan menggunakan panel surya *monocrystalline* 300Wp dan dapat mengisi baterai 12V 45 Ah sampai penuh selama 3 jam [14]. Kelebihan dari solusi ini dapat mengalirkan air dengan debit air rata – rata 24,3L/m dari pukul 08.00 – 16.00 WITA [14]. Selain itu, PLTS *off-grid* hanya menghasilkan emisi karbon sebanyak 48g/KwH [5]. Tetapi kualitas air yang dihasilkan sesuai dengan kualitas air yang dipompa.

1.3.3 Sistem Penjernihan Air Portable menggunakan Filter Air



Gambar 1.3. 3 Skema Sistem Penjernihan Air Portable Menggunakan Filter Air [15]

Banyak penduduk yang masih belum dapat mengakses layanan PDAM dan bergantung pada sumur bor, sumur tanah, dan sungai sebagai sumber air utama. Meskipun demikian, kondisi air yang diambil dari sumber-sumber tersebut masih tidak memenuhi standar kebersihan yang diinginkan. Oleh karena itu, penggunaan sistem penjernihan air dengan menggunakan filter air menjadi salah satu solusi untuk membersihkan air dari kontaminan dan partikel yang tidak diinginkan, sehingga air tersebut dapat dianggap aman untuk dikonsumsi atau digunakan dalam keperluan lainnya [16]. Salah satu metode yang digunakan dalam sistem penjernihan air ini adalah melalui *cartridge* filtrasi. Proses kerja sistem ini dimulai dengan filtrasi menggunakan 3 buah *cartridge* dengan diameter 65 mm dan tinggi 240 mm [15]. Pada tahap pertama pompa akan diaktifkan untuk mengambil air kotor yang akan difiltrasi melalui *cartridge* filter. Setelah dilakukan uji coba observasi, hasilnya memenuhi parameter standar kualitas air yang berlaku Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia [15]. Tetapi solusi ini menggunakan listrik konvensional yang menghasilkan emisi karbon sebanyak 820g/KwH [5].

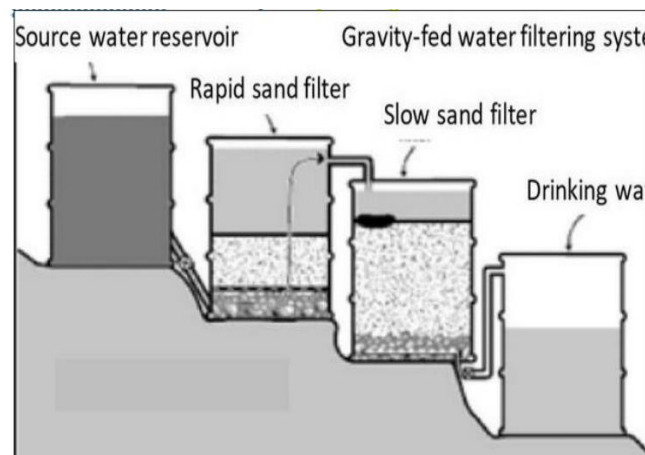
Tabel 1.3. 1 Hasil Uji Air Sebelum dan Sesudah Difilter [15]

Pengukuran Ke	Sebelum			Sesudah		
	TDS (ppm)	pH	Salinity (%)	TDS (ppm)	pH	Salinity (%)
1	171	8,56	1	357	7,89	0
2	185	8,47	2	359	7,87	0
3	178	8,46	1	357	8	0
4	177	8,46	1	360	7,96	0
5	180	8,48	2	362	7,99	0

Tabel 1.3. 2 Hasil Uji Air dengan Standar Kualitas Air [15]

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Kadar yang di Perbolehkan
Parameter Fisik				
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau
2	Warna	-	Bening Sedikit Pucat	Bening
3	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	ppm	359	500
4	Suhu	°C	28	Suhu Air ±3
5	Salinity	%	0	0
Parameter Kimiawi				
1	pH	-	7,92	6,5-8,5

1.3.4 Penjernihan Air Menggunakan Sistem Gravity-Fed Filtering



Gambar 1.3. 4 Sistem Penjernihan Menggunakan Sistem Gravity-Fed Filtering [17]

Gravity-Fed Filtering adalah gabungan dari saringan pasir cepat (SPC) dan saringan pasir lambat (SPL) [17]. Air bersih dapat dihasilkan melalui dua proses penyaringan. Pertama – tama air dari wadah penampungan utama akan dialirkan menuju SPC melewati pipa. Pada SPC, proses penyaringan akan terjadi dengan arah

aliran dari bawah ke atas. Selanjutnya, ketika penampungan SPC sudah penuh, air akan dialirkan menuju SPL melewati pipa. Pada SPL, proses penyaringan akan terjadi dengan arah aliran dari atas ke bawah. Selanjutnya, air yang sudah difilter oleh SPL akan dialirkan menuju ke bak penampungan air bersih. Kualitas air sebelum difilter memiliki pH 6,2 dengan warna air kuning kecoklatan [17]. Setelah dilakukan pemfilteran dengan sistem gravity-fed filtering, didapatkan pH 6,5 dengan warna air bening [17]. Tetapi, solusi ini memerlukan pompa dengan daya dorong yang kuat untuk mengisi bak penampungan utama. Selain itu, solusi ini memerlukan tempat yang besar untuk bak penampungan utama, bak penampungan SPC, bak penampungan SPL, dan bak penampungan air bersih.

1.4 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia. Tetapi, saat ini ketersediaan air bersih di Indonesia semakin menipis. Hal tersebut diakibatkan salah satunya oleh perubahan iklim yang ekstrem. Salah satu hal yang mengakibatkan terjadinya perubahan iklim secara ekstrem adalah efek karbon emisi. Karbon emisi tersebut salah satunya berasal dari pembuatan energi listrik seperti energi listrik tenaga fosil. Oleh karena itu, perlu adanya energi terbarukan yang bisa mengganti energi listrik tenaga fosil. Dengan memanfaatkan matahari sebagai sumber energi terbarukan, dapat mengatasi permasalahan karbon emisi dan juga permasalahan ketersediaan air bersih.

Pada solusi solar distiller, energi matahari dimanfaatkan radiasinya untuk akan memanaskan air yang terkontaminasi. Sehingga, air akan berubah fasa menjadi gas. Pada proses ini, air akan terpisah dengan berbagai jenis limbah, polutan, garam, dll. Gas yang dihasilkan melalui proses ini akan ditahan oleh kaca dan terjadi proses kondensasi. Terjadi perbedaan temperatur yang tinggi antara uap dengan permukaan kaca yang menyebabkan proses kondensasi. Air yang sudah melalui proses kondensasi akan turun ke kolektor hasil distilasi. Dengan menggunakan solar distiller, air yang dihasilkan dalam kualitas yang baik. Tetapi, air yang dihasilkan hanya sebanyak 3,5 L/hari untuk ukuran 1 x 1 meter persegi.

Pada solusi PLTS *Off-Grid* Sebagai Penggerak Pompa Air DC, energi matahari dimanfaatkan untuk memproduksi listrik yang kemudian disimpan ke dalam baterai dan digunakan sebagai penggerak pompa DC. Dengan menggunakan solusi ini, air dapat dihasilkan dengan debit rata – rata 24 l/menit. Selain itu, kelebihan dari solusi ini adalah dengan menggunakan PLTS *Off-grid*, karbon emisi yang dihasilkan tidak sebanyak menggunakan listrik konvensional. Tetapi pada solusi ini, kualitas air yang dihasilkan sesuai dengan kualitas air yang akan dipompa.

Pada solusi Sistem Penjernihan Air *Portabel* Menggunakan *Filter cartridge*, air akan difilter menggunakan 3 buah *cartridge* dengan diameter 65 mm dan tinggi 240 mm. Pada tahap pertama *cartridge* menggunakan bahan kerikil zeolit dan pasir kuarsa silika. Tahap kedua *cartridge* menggunakan bahan pasir *greensand* dan pasir halus zeolit *manganese*. Tahap ketiga, *cartridge* menggunakan bahan karbon aktif halus dan *bio-ball*. Pada sistem ini, air yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas air dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Selain itu, solusi ini didisain secara portable, sehingga mudah untuk dibawa. Tetapi solusi ini tidak dapat menyelesaikan permasalahan terkait karbon emisi, karena dalam penggunaannya masih menggunakan listrik konvensional untuk menyalakan pompa.

Pada solusi *gravity-fed filtering*, air akan difilter melalui dua tahap. Tahap pertama, air akan difilter di bak saringan pasir cepat (SPC). Selanjutnya, air yang sudah difilter di SPC akan dilanjutkan ke bak saringan pasir lambat (SPL) untuk difilter kembali. Solusi ini dapat memperbaiki kualitas air. Tetapi, solusi ini memerlukan pompa dengan daya dorong yang kuat untuk mengisi bak penampungan utama. Selain itu, solusi ini memerlukan tempat yang besar untuk bak penampungan utama, bak penampungan SPC, bak penampungan SPL, dan bak penampungan air bersih.