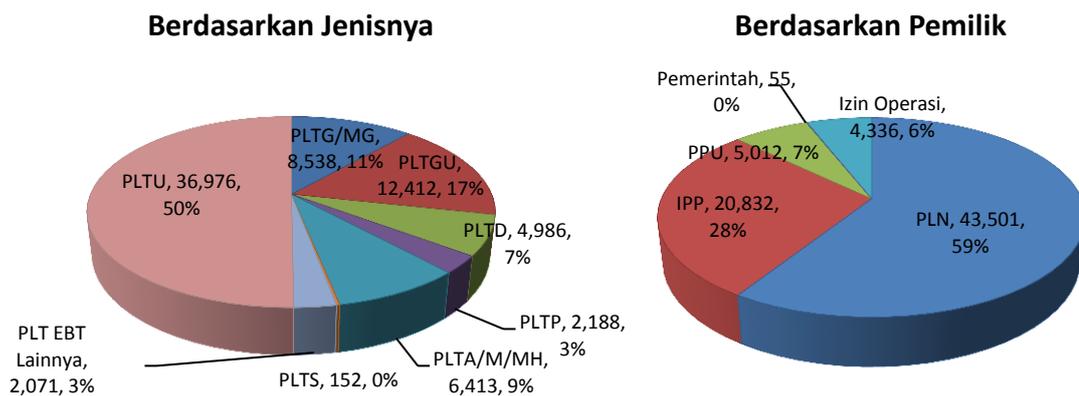


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi Listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari.. Pembangkit Listrik Tenaga Uap merupakan yang memproduksi energi listrik yang terbesar di Indonesia. Saat ini sektor pembangkitan di Indonesia didominasi oleh PLTU batubara. Kontribusi PLTU batubara sebesar 50 % yaitu 36,976 MW dari total kapasitas pembangkit 73,736 MW pada November 2021. Berikut di bawah ini gambar 1.1 menunjukan pembangkitan tenaga listrik nasional berdasarkan pemilik dan jenis.(ESDM, 2022)



Gambar 1.1. Pembangkitan tenaga listrik berdasarkan pemilik dan jenis

Diproyeksikan PLTU batubara masih mendominasi sektor pembangkitan dengan kontribusi sebesar 50% dari total kapasitas pembangkit pada tahun 2050 Sebagai pengguna energi primer yang dominan saat ini hingga 2050, upaya konservasi energi pada PLTU perlu ditingkatkan.(BPPT, 2020)

Menurut PP no 70 tahun 2009 bahwa konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya.(PP No 70 2009, 2009). Dalam PP No. 70 tahun 2009 tentang konservasi energi disebutkan bahwa pengguna sumber energi dan pengguna energi yang menggunakan sumber energi

dan/ atau energi lebih besar atau sama dengan 6.000 (enam ribu) setara ton minyak per tahun wajib melakukan konservasi energi melalui manajemen energi.(PP No 70 2009, 2009) Pemerintah berencana merevisi PP no 70 tahun 2009 terkait jumlah konsumsi energi. (IESR, 2021) Salah satu penerapan konservasi energi yaitu dengan cara Manajemen Energi (PP No 70 2009, 2009). Manajemen energi adalah suatu kegiatan dalam hal mengatur konsumsi energi agar patkanmendpemanfaatan energi yang efektif dan efisien sehingga menghasilkan output yang maksimal melalui tindakan teknis secara terstruktur dan ekonomis. Meminimalisasi pemanfaatan energy diantaranya meminimalisasi energi untuk proses produksi, konsumsi bahan baku dan bahan pendukung. Dengan dilakukan manajemen energi maka dapadiperoleh keuntungan semaksimal mungkin dan penggunaan energi seminimal mungkin.(Legino et al., 2017)

PLTU merupakan salah satu jenis teknologi konversi energi dari bahan bakar fosil dirubah menjadi energi panas. Air dipanaskan menjadi uap di boiler dengan memanfaatkan energi panasnya dalam bentuk fisik uap dikonversi ke energi mekanik di turbin uap dan kemudian energi mekanis dikonversi menjadi energi listrik di generator.(Topuh et al., 2019) Air yang digunakan untuk proses penguapan adalah air demineralizer yang conductivitynya $\leq 0.1 \mu\text{s/cm}$. Ini bertujuan untuk menghindari terjadinya kerak di boiler dan turbine sistem. Air demineralizer tidak bisa digunakan langsung sebagai air umpan boiler tanpa penambahan bahan kimia dikarenakan sifatnya yang korosif (Nalco & Ecolab Company, 2019) Air demineiralizer digunakan sebagai air make up yang akan bercampur dengan air hasil kondensasi dari uap yang keluar dari turbine kemudian akan dimurnikan kembali menggunakan Condensate Polisher Plant (CPP) yang mana keluaran dari CPP, spesific conductivitynya harus $\leq 0.15 \mu\text{s/cm}$.(Bursik, 2011)

Condensate polisher plant berfungsi untuk memurnikan kembali air kondensat. Condensate Polisher Plant terdiri dari catridge filter dan polisher mixed bed. Catridge Filter berfungsi untuk menghilangkan suspended solid yang ada pada air condensate. Polisher Mixed Bed vessel didalamnya ada resin kation

dan anion kuat, dimana air condensate dilewatkan ke resin tersebut sehingga proses pertukaran ion dan impurities akan tertahan resin. Ketika resin telah jenuh maka akan dilakukan proses regenerasi. (Miyazaki, T ; Tao, 2019)

Proses regenerasi adalah proses pertukaran ion yang terdapat di dalam resin dengan bahan kimia untuk regenerasi. Dimana pada ion impurities yang bermuatan positif akan bertukar dengan dengan ion H^+ dari bahan kimia regeneran atau ion impurities yang bermuatan negatif akan bertukar dengan dengan ion OH^- dari bahan kimia regeneran. Regeneran adalah bahan kimia yang digunakan untuk meregenerasi resin pada kolom penukar ion. Regeneran yang digunakan adalah larutan HCl dengan konsentrasi 4-5 % pada resin kation dan larutan NaOH dengan konsentrasi 4 – 5 % pada resin anion. (Rahmayanti et al., 2020).

Kemudian air yang keluar dari CPP dilakukan penambahan bahan kimia sebagai air umpan boiler. Penambahan bahan kimia berfungsi untuk mencegah terjadinya korosi pada boiler dan meminimalkan terjadinya deposit sehingga tidak perlu dilakukan chemical cleaning pada boiler. Bahan kimia dan parameter yang digunakan sebagai air umpan boiler ditunjukkan pada tabel 1.1 (Dooley, 2005)

Tabel 1.1. Bahan Kimia dan parameter yang digunakan sebagai air umpan boiler

Type Air Umpan Boiler	All Volatile Treatment		Oxygenated Treatment		
	AVT	AVT (R)	NWT	CWT	AWT
pH (at 25 C)	9 – 9.7		7	8 – 9.3	9-10
Dissolved Oxygen (ppb)	≤ 7		50 - 250	30 - 150	<100
Bahan Kimia	Ammonia	Ammonia Hydrazine	Oxygen	Ammonia Oxygen	Ammonia Oxygen

Pada boiler ultra supercritical pengolahan air umpan boiler yang direkomendasikan yaitu *All Volatile treatment* (AVT) dan *Combine Water Treatment* (CWT). AVT adalah sistem pengolahan air umpan boiler dengan menambahkan bahan kimia yaitu ammonia dan CWT adalah sistem pengolahan

air umpan boiler dengan menambahkan bahan kimia yaitu ammonia dan oksigen (System, 2018)

All Volatile treatment (AVT) mempunyai kelebihan yaitu membentuk lapisan Fe_3O_4 (Magnetite) untuk mencegah terjadinya korosi dan bahan kimia ammonia mudah didapatkan. *Combine Water Treatment* (CWT) mempunyai kelebihan yaitu membentuk lapisan Fe_2O_3 (Hematite) untuk mencegah terjadinya korosi, Lapisan Fe_2O_3 (Hematite) lebih kuat dibandingkan dengan Fe_3O_4 (Magnetite) dan pemakaian bahan kimia lebih sedikit. (IAPWS, 2015) Penelitian di Jerman sejak menggunakan CWT belum pernah melakukan chemical cleaning pada boilernya. (Dooley, 2005) *All Volatile treatment* (AVT) mempunyai kekurangan yaitu lapisan Fe_3O_4 (magnetite) tidak kuat dibandingkan lapisan Fe_2O_3 (Hematite). *Combine Water Treatment* (CWT) mempunyai kekurangan yaitu adanya resiko *pitting* korosi akibat injeksi oksigen di economizer inlet (Dooley, 2005) Pada penelitian sebelumnya penggunaan AVT mempunyai pengaruh di condensate polishing plant terkait durasi regenerasi yang pendek sehingga jumlah regenerasi menjadi banyak perbulan nya di karenakan konsentrasi ammonia yang tinggi. (S.Setyawan, I.S.R Putra, A.D.Putra, 2021)

Efisiensi Energi adalah usaha yang dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan, dalam menggunakan sebuah peralatan atau bahkan sistem yang berhubungan dengan energi Efisiensi energi juga dipandang sebagai solusi untuk mengurangi masalah emisi gas rumah kaca. Mulai tahun 2012 pemerintah telah membuat penghargaan terkait efisiensi energi pada perusahaan melalui Penghargaan Subroto. (ESDM, 2021)

Pada Penelitian ini dengan melakukan perbandingan pengolahan air umpan boiler terhadap pemakaian energi listrik pada PLTU Pengolahan air umpan boiler yang dibandingkan adalah AVT (*all volatile treatment*) dan CWT (*Combine Water treatment*). AVT (*all volatile treatment*) adalah proses pengolahan air umpan boiler dengan injeksi ammonia sedangkan CWT (*Combine Water treatment*) adalah proses pengolahan air umpan boiler dengan injeksi ammonia dan oksigen. Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa pengolahan air umpan boiler ini mempunyai pengaruh pada penentuan regenerasi yang mana disebabkan

perbedaan konsentrasi injeksi ammonia antara AVT dengan CWT. Dimana CWT jumlah injeksi ammonia lebih rendah dibandingkan AVT sehingga ada potensi penghematan energi dari jumlah regenerasi di condensate polishing plant (CPP). Pada Proses regenerasi membutuhkan listrik, air demin yang banyak dan menghasilkan limbah yang banyak. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu kapasitas produksi listriknya berbeda, penghematan energi listriknya juga memperhitungkan energi listrik dari produksi air demin dan proses pengolahan limbah serta memperhitungkan efisiensi boiler dan proses di boiler (konsentrasi Fe yang terlarut).

Penelitian ini masih belum pernah dilakukan baik di Indonesia maupun di dunia. Sehingga penelitian ini dapat dijadikan referensi sebagai panduan untuk melakukan efisiensi pada PLTU batu bara secara detail dan komprehensif yang dapat memicu untuk munculnya inovasi dan perbaikan terkait efisiensi energi tanpa mengurangi performance dan kehandalan dari peralatan dan proses di PLTU batubara sehingga dapat memberikan keuntungan yang significant pada perusahaan.

2.1. Perumusan Masalah

Secara umum masalah dalam penelitian ini adalah untuk membandingkan efisiensi pengaruh pengolahan air umpan boiler pada pembangkit batubara, yang secara khusus terdiri dari:

1. Bagaimana perbandingan perlakuan kimia pada air umpan boiler antara *Combine Water Treatment (CWT)* dengan *All Volatile Treatment (AVT)* terhadap proses dan jumlah regenerasi
2. Bagaimana perbandingan pemakaian energi listrik proses di CPP antara *Combine Water Treatment (CWT)* dengan *All Volatile Treatment (AVT)*.
3. Menentukan mana yang lebih efisien antara *Combine Water Treatment (CWT)* dengan *All Volatile Treatment (AVT)*.
4. Berapa besarnya penghematan energi listrik (kW/Tahun) dan penurunan emisi gas CO₂ (Ton/Tahun)

2.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, adalah :

1. Membandingkan perlakuan kimia pada air umpan boiler antara *Combine Water Treatment (CWT)* dengan *All Volatile Treatment (AVT)* terhadap proses dan jumlah regenerasi
2. Membandingkan pemakaian energi listrik proses di CPP antara *Combine Water Treatment (CWT)* dengan *All Volatile Treatment (AVT)*.
3. Menentukan mana yang lebih efisien antara *Combine Water Treatment (CWT)* dengan *All Volatile Treatment (AVT)*.
4. Menghitung besarnya penghematan energi listrik (kW/Tahun) dan penurunan emisi gas CO₂ (Ton/Tahun)

2.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu :

1. Menentukan pengolahan air umpan boiler yang lebih baik antara *Combine Water Treatment (CWT)* dengan *All Volatile Treatment (AVT)*.
2. Menghitung penghematan energi listrik.
3. Menghitung penurunan emisi gas CO₂

2.4. Originalitas Penelitian

Tabel 1.1 Ringkasan penelitian terdahulu

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	S.Setyawan, ISR Putra, AD Putra, RB Cahyono (2021)	<i>Modifikasi Proses pengolahan Boiler Feed Water (BFW) dari All Volatile treatment (AVT) menjadi Oxygenated Treatment (OT)</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ Penelitian dilakukan di PLTU <i>Supercritical</i> Boiler unit 1 kapasitas 660 MW (gross)▪ Penghematan energi listrik dari pengurangan pemakaian alat-alat pada proses regenerasi di condensate polishing	<ul style="list-style-type: none">▪ Penelitian dilakukan pada PLTU <i>Ultra Supercritical</i> Boiler dengan kapasitas 1070 MW (gross)▪ Penghematan energi listrik dari :<ul style="list-style-type: none">- Pengurangan pemakaian air

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
		<i>untuk produk listrik Ramah Lingkungan.</i>	<ul style="list-style-type: none"> plant ▪ Penghematan energi listrik dari pengurangan pemakaian alat-alat pada proses regenerasi di condensate polishing plant 	<ul style="list-style-type: none"> demin - Pengurangan pada pemakaian alat-alat pada proses regenerasi di condensate polishing plant - Pengurangan produksi limbah
2	H.Rahmayanti, A.Mustain, (2020)	<i>Evaluasi Regenerasi Condensate Polisher Plant pada PT.YTL Jawa Timur</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penelitian di lakukan di PT.YTL (Perusahaan O&M PLTU di Paiton, Jawa Timur kapasitas 660 MW) ▪ Penghitungan kebutuhan bahan kimia dan pemakaian air pada proses regenerasi. ▪ Konsumsi bahan kimia pada proses regenerasi adalah HCl: 0,783 ton/regenerasi dan NaOH: 0,462 ton/regenerasi. Dan konsumsi air pada keseluruhan proses regenerasi sebesar 136,71 m3/regenerasi. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penelitian dilakukan pada PLTU <i>Ultrasupercritical</i> Boiler dengan Kapasitas 1070 MW (gross) ▪ Penghematan energi listrik pada jurnal tersebut belum dijelaskan
3	S Legino, S Januwarsono, R Afrianda (2017)	<i>Analisis Potensi Penghematan Pada PLTU Unit 5 dengan Audit Energi Pada Motor Pemakaian Sendiri di PT.PJB</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penelitian di lakukan di PLTU PJB Muara Karang unit 5. ▪ Pemakaian energi listrik sendiri yang sangat besar pada unit 5 dibandingkan unit 6 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penelitian dilakukan pada PLTU <i>Ultrasupercritical</i> Boiler dengan Kapasitas 1070 MW (gross) ▪ Tidak melakukan

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
		<i>Muara Karang</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pengukuran Energi listrik untuk semua area</i> ▪ <i>Menggunakan program Gate cycle</i> ▪ <i>Penyebab terbesar tingginya prosentase pemakaian sendiri dari PLTU 5 berasal dari BFP 5C . BFP 5C yang menyumbang sekitar 250 KW lebih boros setiap jam atau lebih boros 0.29%</i> 	<p><i>pengecekan di area condensate polishing plant.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Perbedaan program yang digunakan adalah pada penelitian kami menggunakan program Excell</i>