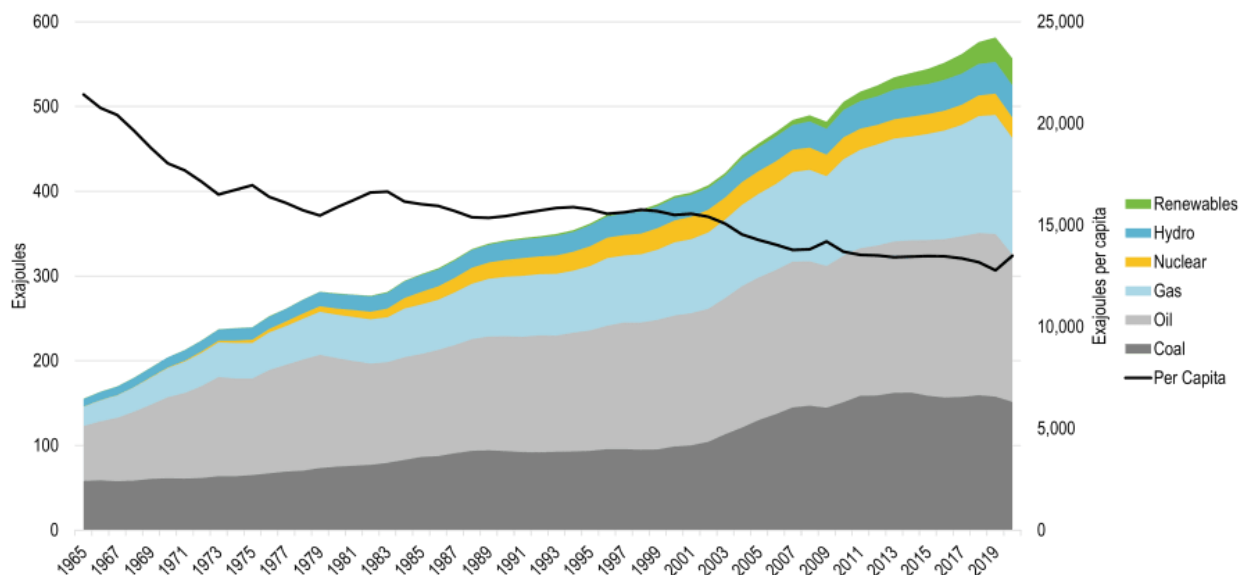


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

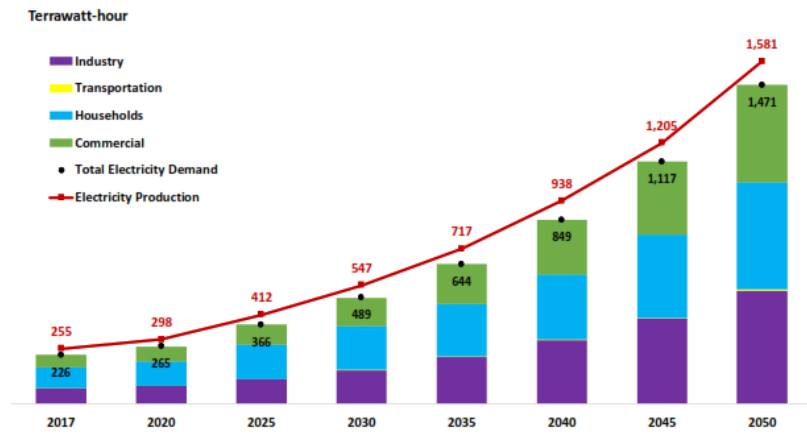
1. Kebutuhan energi di dunia saat ini mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya penduduk dan industri [1] oleh karena itu pembangunan pembangkit listrik di dunia selalu meningkat setiap tahunnya [2]. Di Indonesia sendiri kebutuhan energi listrik juga mengalami kenaikan tiap tahunnya [3]. Peneliti Memprediksi kebutuhan energi di Indonesia hingga puluhan tahun kedepan akan meningkat signifikan seiring dengan banyaknya pembangunan pada sector industry sehingga pembangunan pembangkit listrik akan terus meningkat [4]



Gambar 1. Kebutuhan Energi Dunia [5]

Sumber : (<https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-and-energy/world-energy-consumption/>,2020)

Program pembangunan pembangkit listrik sebesar 35000 MW sejak tahun 2014 sampai sekarang masih terus berjalan demi memenuhi kebutuhan energi Nasional. Program 35.000 MW ini merupakan salah satu program unggulan dalam rangka mencapai salah satu sasaran nawacita yaitu mewujudkan kemandirian ekonomi dengan menggerakkan sektor-sektor strategis khususnya kedaulatan energi [6]



Gambar 2. Prediksi kebutuhan Energi Indonesia
 Sumber : (<http://ejournal.upi.edu/index.php/AJSE/,2021>)

Program 35000 MW ini dibangun dengan terdiri dari beberapa tipe pembangkit listrik di antaranya adalah PLTU, PLTGU, PLTP, dan PLTA. Sampai saat ini PLTU merupakan pemasok energi listrik terbesar di Indonesia. Sehingga Efisiensi pada PLTU merupakan hal yang seharusnya dijaga bahkan ditingkankan sehingga konversi energi dari batubara menjadi listrik menjadi maksimal [7].

PLTU merupakan pembangkit listrik tenaga uap yang berbahan bakar batu bara [8]. Didalam PLTU terdapat beberapa Peralatan Utama seperti Turbin, Boiler, Boiler Feed Pump, dan Condensor. Pada PLTU ini energi dari batubara dirubah menjadi energi listrik di dalam boiler. Batubara dimasukkan kedalam boiler. Kemudian didalam boiler dilakukan pembakaran. Air didalam Tube Boiler ini kemudian berubah fase dari air menjadi steam. Kemudian steam ini dimasukkan kedalam turbin yang sudah tercouple dengan generator. Karena turbin berputara otomatis shaft pada generator juga berputar sehingga terjadilah energi listrik [9].

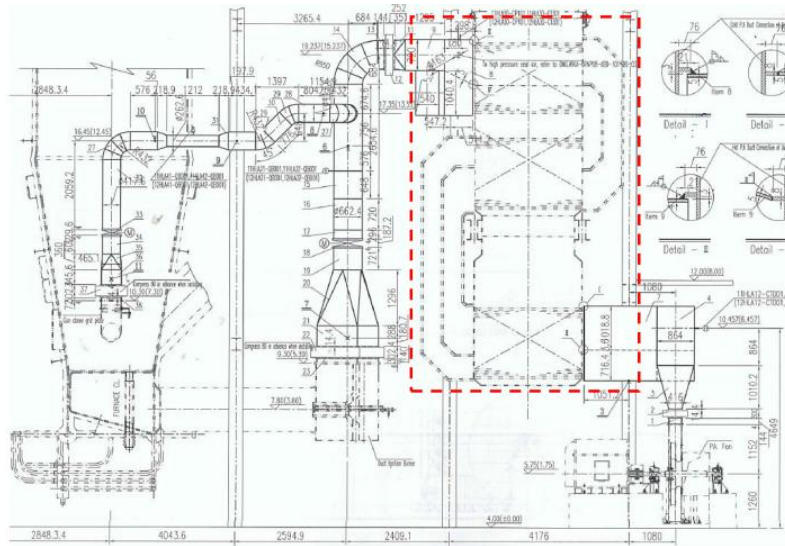
Boiler merupakan tempat terjadinya perubahan fase fluida dari cair menjadi uap [10]. Pada umumnya PLTU terbagi menjadi 3 jenis boiler yakni Pulverized, Circulating Fluidized Bed (CFB) dan chain grate [11]. Boiler CFB merupakan boiler yang paling efisien dan ramah lingkungan diantara ketiga tipe ini [12]. Boiler CFB ramah lingkungan karena menghasilkan SOx dan NOx yang paling sedikit. Boiler CBF ini juga hanya memerlukan batubara dengan kategori *low rank* [13].

2. Air heater pada boiler CFB terbagi menjadi dua yaitu primary air heater dan secondary air heater. Primary air heater mensuplai udara menuju windbox untuk proses bubbling partikel bed (fluidizing) sedangkan secondary air heater mensuplai udara

pembakaran di area lower furnace [14]. Air heater berada pada area backpass dan mengalami proses heat transfer melalui dinding tube air heater. Perhitungan laju perpindahan panas pada tube air heater berdasarkan pada material tube, dimensi dan tebal material serta perbedaan temperatur[15]

3. Air Heater merupakan peralatan penukar panas dalam PLTU yang berfungsi untuk pemanasan udara pembakaran baik udara primer maupun sekunder agar proses pembakaran batubara dalam boiler terjadi secara optimal [16]. Media pemanas dari pemanas udara ini berasal dari gas buang hasil pembakaran. Prinsip kerja pada air Heater PLTU 25 MW, udara pembakaran yang akan dipanaskan dilewatkan dalam tube sedangkan media pemanasnya yaitu flue gas mengalir melalui luar susunan tube (tube banks)[17]. Sejak 2017 hingga saat ini *tube air heater* mengalami kebocoran. Sehingga hal ini mengakibatkan adanya kenaikan nilai NPHR yang menyebabkan biaya operasional mengalami kenaikan. Kebocoran tube air heater ini dapat menyebabkan *shutdown power plant* sehingga permasalahan ini harus segera diselesaikan jika tidak akan menimbulkan kerugian yang sangat banyak. Untuk membuat nilai NPHR tidak mengalrai kenaikan maka diperlukan pekerjaan penggantian tube air heater agar kehandalan dan efisiensi unit dapat terjaga [18].

4. Spesifikasi Tube air heater PLTU 25 MW adalah GB3087 Grade A dengan tebal 1,6 mm. Ketika akan dilaksanakan overhaul akan dilakukan penggantian material yang equivalent yakni tube dengan tipe ASTM A53 dengan tebal 3.2 mm sebanyak 365 tube.



Gambar 3. Lokasi Air Heater PLTU 25 MW [19]

Energi merupakan unsur penting untuk menunjang sistem produksi pada semua aspek produk yang ada di suatu perusahaan atau industri. Pemakaian teknologi yang memanfaatkan

energi dengan efisien dan optimal pada proses produksinya sangat berpengaruh terhadap biaya operasional. Salah satu cara utama pada usaha melakukan penghematan energi adalah dengan melakukan audit energi yang merupakan suatu usaha untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai situasi pemakaian energi dari suatu sistem/fasilitas yang mengkonsumsi energi. Tujuannya adalah untuk mengetahui antara lain: neraca pemakaian energi, efisiensi peralatan konversi energi, konsumsi energi spesifik, dan sumber-sumber pemborosan energi guna mendapatkan langkah-langkah penghematan/efisiensi energi yang layak untuk dilaksanakan [20]

Audit energi di dunia industri adalah survei yang terorganisir. Pada proses ini dilakukan pengukuran serta Analisa untuk mengidentifikasi semua pemakaian energi, menemukan sumber lossess pada energi serta membuat rekomendasi untuk melakukan penghematan energi. Teknis untuk melakukan audit energi ialah dengan cara melakukan uji pemakaian energi yang sedang dijalankan pada suatu alat pada di dunia industry dan menemukan terobosan untuk mengurangi pemakaian energi yang dibutuhkan [21]

1.2 Perumusan Masalah

Performa unit pembangkit listrik dapat diketahui berdasarkan suatu nilai yang dinamakan *Net Plant heat rate* (NPHR). Jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik oleh generator merupakan nilai yang menunjukkan *Net plant heat rate* (NPHR) suatu unit pembangkit listrik. Semakin besar nilai *Net Plant heat rate* yang diproduksi maka performa unit pembangkit listrik dapat dinyatakan semakin tidak baik. Hal tersebut dapat disebabkan karena semakin besarnya energi yang digunakan namun energi listrik yang dihasilkan tetap atau semakin kecil. Hal ini terjadi karena terjadinya losses yang sangat besar pada sebuah system pembangkit tersebut sehingga hal itu perlu dilakukan suatu audit energi agar biaya produksi tidak semakin membesar [22]

Untuk menjaga nilai *Net plant heat rate* maka dilakukan kegiatan pemeliharaan rutin yang disebut *overhaul*. *Overhaul* terdiri dari 3 jenis yakni simple inspection, medium inspection dan serious inspection. Ketiga jenis overhaul ini dilakukan berdasarkan jam operasi pembangkit listrik.

Pada PLTU 25 MW merupakan pembangkit yang berada di Sulawesi utara. Kegiatan *overhaul* dengan tipe *serious inspection* akan dilakukan pada PLTU ini. Serious Inspection akan dilakukan Ketika jam operasi PLTU sudah mencapai 32000 jam operasi. Salah 1

pekerjaan yang akan dilakukan pada kegiatan overhaul ini adalah retubing tube air heater dengan jumlah 365 tube.

Untuk mengetahui apakah kegiatan overhaul ini sudah tepat sasaran atau tidak maka perlu dilakukan suatu audit energi pada sebelum dan sesudah overhaul. Kegiatan *overhaul* ini diharapkan berhasil karena nilai anggaran biaya untuk kegiatan ini sangatlah mahal dan membutuhkan pekerjaan yang cukup lama. Salah satu parameter keberhasilan overhaul adalah adanya perbaikan nilai NPHR pada saat sebelum dan sesudah dilaksanakannya overhaul. Sehingga rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah performance PLTU CFB ini sebelum dan sesudah *overhaul* dengan additional job upgrade tube air heater 365 tube
2. Berapa rupiah yang dapat dihemat setelah melakukan pekerjaan overhaul
3. Bagaimanakah langkah langkah penghematan yang bisa dilakukan pasca overhaul

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PLTU *Circulating Fluidized Bed* berbahan bakar batubara *low rank* dengan kapasitas daya terpasang 25 MW gross. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dan dengan mengacu bahwa PLTU 25 MW ini sudah mengalami kebocoran tube dan sering terjadinya shutdown akibat kebocoran ini maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis perbedaan nilai NPHR pada kondisi sebelum dan sesudah *Overhaul*.
2. Menganalisis *performance* PLTU pada beban 50%, 75%, dan 100%.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan kinerja efisiensi energi.
4. Menganalisis aspek ekonomi kegiatan *overhaul* dengan type *serious inspection*

Adapun Batasan masalah ini:

1. Penghitungan dilakukan berdasarkan analisis termal
2. Selama pengujian tidak dilaksanakan *sootblowing*
3. Pengujian heat rate dilakukan pada 3 pembebanan yakni 12,5 MW, 18 MW, dan 25 MW

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan pengetahuan seberapa besarkah dampak dilakukan *overhaul* pada boiler dan turbin ini terhadap nilai NPHR dan Analisa tekno

ekonominya sehingga hal ini bisa menjadi referensi kepada pemegang keputusan pada PLTU 25 MW ini dalam perencanaan overhaul kedepannya

Originalitas Penelitian

Tabel I.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap penelitian
1.	Apriadi, Mursadin [23]	Analisis kinerja turbin uap berdasarkan performance test pltu pt. indocement p-12 tarjun	Proses Audit energi dilakukan dengan kondisi beban plant tidak bisa beroperasi secara optimal	Masih terdapat beberapa kerusakan pada peralatan utama pembangkit listrik sehingga peralatan tidak bisa bekerja secara penuh. Pada penelitian ini juga tidak diambil dengan variasi beban sedangkan pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan variasi beban 50%, 75% dan 100% dengan kondisi pembangkit sudah dilakukan overhaul atau bias dinyatakan sedikit sekali kerusakan pada peralatan PLTU.
2	Saputro, Andrian dkk [24]	Analisis kenaikan plant heat rate pltu sebelum perbaikan berkala terhadap kondisi testing komisioning	Pada penelitian ini dilakukan penelitian tentang heat rate suatu pembangkit listrik tenaga uap dan mendapatkan hasil	Pada penelitian ini belum dilakukan variasi pembebanan sehingga tren dari nphr dari berbagai variasi beban belum diketahui.

		(studi kasus : pltu xx)	adanya beberapa faktor yang menyebabkan naiknya heat rate.	Penelitian ini juga belum dilakukan penelitian setelah perbaikan berkala sehingga belum diketahui perbedaan antara sebelum dan sesudah perbaikan berkala sedangkan pada penelitian ini sudah dilakukan pengambilan data sebelum dan sesudah overhaul sehingga bisa diketahui perbedaannya.
3	Aji abdillah dan Arif Budiman [25]	perhitungan efisiensi (<i>efficiency</i>) mesin boiler jenis <i>fire – tube</i> menggunakan metode <i>direct</i> dan <i>indirec</i> untuk produk butiran pelet	Penelitian tentang perhitungan efisiensi didapatkan bahwa kerugian terbesar berasal dari nilai temperature gas buang yang cukup tinggi kemudian penyebab lain adalah adanya uap air yang terbentuk akibat reaksi dari hydrogen dan oxygen pada boiler.	Penelitian ini adalah bertujuan menghitung efisiensi boiler dengan metode langsung dan tidak langsung .objek penelitian ini adalah boiler dengan tipe <i>Firetub</i> sedangkan pada penelitian ini menggunakan boiler jenis CFB dengan spesifikasi yang jauh berbeda.
4	Roswati Nurhasanah dan Orlando Firdaus[26]	Perbandingan efisiensi boiler awal operasi dan setelah overhaul terakhir di unit 5 pltu suralaya	Penelitian ini adalah membandingkan data antar kondisi pada saat awal operasi pembangkit listrik	Perbedaan dengan penelitian ini adalah Ketika overhaul di PLTU CFB ini akan dilakukan retubing tube

			dengan kondisi setelah <i>overhaul</i> . Didapatkan bahwa perbedaan efisiensi setelah 5 tahun operasi adalah sekitar 0,7 persen	air heater sedangkan untuk PLTu suralaya hanya dilakukan <i>overhaul</i> biasa dan belum melakukan <i>cost benefit analisis</i> (CBA) sedangkan pada penelitian ini sudah dilakukan penghitungan biaya penghematan.
5	Muhammad Idris, dkk, dkk[27]	Analisis Pengaruh Ukuran Batubara Terhadap Performa PLTU dengan Jenis Boiler Tipe Chain Grate	Hasil penelitian ini adalah menunjukkan bahwa ukuran berbagai macam batubara mempengaruhi efisiensi pada pembangkit listrik tenaga uap.	Pada penelitian ini adalah meneliti tentang pengaruh variasi batubara terhadap pengaruh performa PLTU dengan boiler chain grate sedangkan untuk penelitian ini adalah studi tentang pengaruh sebelum dan sesudah <i>overhaul</i> pada boiler tipe circulating fluidized bed dan juga pada penelitian sebelumnya belum dilakukan rekomendasi perbaikan performa
6	Frans fadillah prasojo [28]	Analisa pengaruh turbin heat rate terhadap efisiensi turbin di pks kapasitas 40 ton/jam	Hasil penelitian ini didapatkan bahwa nilai turbin <i>heat rate</i> berbanding terbalik dengan nilai efisiensi	Pada penelitian ini dilakukan studi tentang turbin heat rate terhadap efisiensi turbin sedangkan untuk

			turbin.	<p>penelitian ini dilakukan tidak hanya menghitung tentang turbin heat rate namun dilakukan perhitungan efisiensi boiler sehingga bisa diketahui nilai net plant heat rate secara keseluruhan. Pada penelitian ini juga terdapat perbedaan pada kapasitas uap yang digunakan ,jika di penelitian sebelumnya adalah 40 ton /jam maka pada penelitian selanjutnya dilakukan penelitian terhadap turbin dengan kapasitas steam 110 ton/jam</p>
7	Aris latifianto,dkk [29]	Analisis pengaruh perubahan tekanan kondensor (vakum) terhadap Efisiensi heat rate turbin uap di pt. Pjb (pembangkit jawa bali) pltu Ketapang 10 mw”	Hasil penelitian ini adalah menunjukkan bahwa tekanan kondensor sangat berpengaruh terhadap efisiensi heat rate turbin uap.	<p>Pada penelitian ini hanya dilakukan studi terhadap 1 variabel saja yakni tekanan kondensor terhadap perubahan efisiensi turbin uap sedangkan untuk penelitian yang akan mendatang dilakukan studi secara comprehensive di peralatan boiler dan</p>

				turbin utama sehingga bisa dilakukan perhitungan terhadap performance dari suatu pembangkit listrik tenaga uap.
8	P. Celen dan H.H. Erdem [30]	<i>A case study for calculation of boiler efficiency by using indirect method</i>	Hasil penelitian ini adalah adanya pengaruh kenaikan kadar air pada bahan bakar batubara dan koefisien udara berlebih terhadap efisiensi boiler ditentukan dengan menggunakan metode tidak langsung. efisiensi boiler juga menurun dari 0,92 menjadi 0,90 dengan peningkatan koefisien udara berlebih hingga 25%.	Pada penelitian ini hanya dilakukan penghitungan efisiensi menggunakan perhitungan efisiensi boiler secara tak langsung. Belum sampai ke perhitungan turbin heat rate dan net plant heat rate sehingga bisa diketahui performace dari suatu pembangkit listrik secara menyeluruh.
9	Sugeng wahyu Widodo[31]	<i>Analysis of the effectiveness of coal fuel with palm shells on a steam boiler in pt. icbp noodle division east java</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya variasi bahan bakar sangat berpengaruh terhadap efisiensi boiler. Dan hasil studi juga mendapatkan bahwa bahan bakar kelapa lebih irit daripada	Pada penelitian ini dilakukan perhitungan efisiensi hanya dengan menggunakan metoder perhitungan efisiensi boiler secara langsung sedangkan pada penelitian tesis ini akan dilakukan perhitungan efisiensi boiler metode

			batubara dengan penghematan yang didapat adalah Rp.115/ 1 kg bahan bakar.	langsung dan tak langsung juga untuk membandingkan bagaimana nilai efisiensi diantara keduanya.
--	--	--	---	---