

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Penggunaan Energi Pada Pabrik Semen

Listrik merupakan energi utama yang ada pada industri, hal ini dikarenakan listrik termasuk sumber energi yang digunakan dalam menggerakkan mesin-mesin yang ada pada industri. Banyak industri-industri dalam melakukan proses produksi dengan mengkonsumsi listrik dalam jumlah besar, seperti pabrik baja PT. Krakatau Steel. Dalam memproduksi baja PT. Krakatau Steel menghabiskan energi listrik untuk memproduksi satu ton baja sebesar 900 kWh/ton[1]. Perusahaan lainnya yang mengkonsumsi listrik dalam jumlah besar yaitu industri kertas. Industri kertas menghabiskan energi listrik untuk memproduksi satu ton kertas sebesar 611,11 kWh/ton[2]. Industri tekstil termasuk dalam penggunaan listrik dalam jumlah besar selama proses produksi. Industri tekstil menghabiskan listrik dalam memproduksi satu ton tekstil yaitu 562,32 kWh/ton[3]. Industri PT PG Krebet Baru merupakan salah satu industri gula terbesar. Industri ini menghabiskan listrik dalam memproduksi satu ton gula sebesar 255,630 kWh/ton[4]. Industri keramik merupakan industri yang mengkonsumsi listrik dalam jumlah besar selama proses produksi. Industri keramik dalam memproduksi satu ton keramik mengkonsumsi listrik sebesar 259 kWh/ton[5]. Selain itu Industri PT. Semen Padang termasuk dalam penggunaan listrik terbesar. Hal ini terlihat jelas dalam pembuatan sebuah semen, didalam proses pembuatan semen menggunakan tiga buah mesin utama yaitu *Raw Mill*, *Kiln*, dan *Cement Mill*. Ketiga mesin ini mengkonsumsi listrik dalam jumlah besar. Berdasarkan data penggunaan listrik PT. Semen Padang dalam satu tahun terakhir yaitu dari bulan Januari 2019 sampai bulan Desember 2019, untuk pabrik indarung V mengkonsumsi listrik sebesar 220.191.095,09 kWh yang terdiri atas 56.080.101,582 kWh pada *raw mill*, 81.418.947,58 kWh pada *rotary kiln*, dan 82.692.055,93 kWh pada *cement mill*. Jadi energi listrik yang dihabiskan untuk memproduksi satu ton semen yaitu 181,865 kWh/ton. Jika ditotalkan pabrik yang ada di PT. Semen Padang, energi listrik yang dihabiskan untuk memproduksi satu ton semen yaitu 909,325 kWh/ton.

Melihat kondisi dari penggunaan listrik pada pabrik indarung V PT. Semen Padang dalam jumlah besar, maka harus adanya dilakukan penghematan dalam

mengonsumsi listrik. Selama proses pembuatan semen terdapat banyaknya energi yang terbuang ke lingkungan. Energi yang terbuang tersebut berupa energi panas, namun energi yang terbuang tersebut dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik. Oleh karena itu dengan adanya pemanfaatan energi terbuang tersebut dapat menghemat penggunaan listrik dalam memproduksi semen pada PT. Semen Padang.

## 1.2. Pemanfaatan Energi Terbuang Pada Pabrik Semen

*Waste Heat Recovery Power Generation (WHRPG)* merupakan sebuah pembangkit listrik tenaga uap yang memanfaatkan panas terbuang yang dijadikan sebagai solusi dalam melakukan penghematan penggunaan listrik pada industri terutama pada industri semen. Teknologi WHRPG dimulai pada akhir tahun 60-an di Eropa dan Amerika Serikat. Teknologi ini digunakan secara praktis di pertengahan tahun 70-an dan penerapan teknologi ini mencapai puncaknya pada awal tahun 80-an dan telah menjadi populer [6]. Dalam upaya mengetahui performansi kerja WHRPG serta meningkatkan performansi kerja WHRPG yang bertujuan untuk meningkatkan jumlah produksi listrik, semua hal tersebut sudah dilakukan oleh para peneliti-peneliti. Penelitian Karellas, et. al. [7] pada tahun 2013 yaitu menganalisis energi dan exergi pada sistem *waste heat recovery* di industry semen. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil siklus Rankine dapat ditingkatkan lebih lanjut mencapai efisiensi sistem 24,58% dengan memanfaatkan temperatur pembuangan udara pendingin yang tinggi untuk memanaskan lebih dahulu kondensat sebelum masuk ke *feed tank*. Pada tahun 2013, A. Amiri dan M. Rahim V. [6] melakukan penelitian simulasi pada *waste heat recovery generation* dengan menggunakan empat siklus diantaranya siklus Rankine, siklus organik Rankine, siklus kalina, dan siklus  $\text{ScCO}_2$ . Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil bahwa siklus  $\text{ScCO}_2$  menghasilkan biaya untuk per kWh yang lebih rendah dari pada siklus lainnya, selain itu titik kritis  $\text{CO}_2$  sangat rendah dibandingkan fluida lainnya dan siklus ini dapat berjalan dengan suhu yang relative rendah. Keuntungan dari  $\text{ScCO}_2$  dibandingkan siklus lainnya yaitu memberikan gagasan hijau yang mengarah ke solusi baru untuk penambahan dan ekstraksi energi. Pada tahun 2014, S.Nivethidha P. dan D.B.Sivakumar [8] melakukan penelitian perancangan pembangkit listrik dengan memanfaatkan panas terbuang yang berasal dari *suspension preheater* dan

*grate cooler*. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil bahwa efisiensi sistem secara keseluruhan sebesar 51,53% dengan sumber kehilangan panas pada panas pembuangan *kiln* (19,15%), *grate cooler* (12,8%) dan pada susPension preheater (24,4%). Temperatur gas buang *preheater* sebesar 361<sup>0</sup>C dan *grate cooler* sebesar 268<sup>0</sup>C. Gas buang tersebut digunakan untuk menguapkan air pada *boiler* untuk pembangkit listrik. Sistem ini menunjukkan potensi penghematan energi sebesar 2,62 MW selama 30 bulan. Pada tahun 2017, Ehsan A. R. dan Saeed M. [9] melakukan penelitian terhadap pengoptimalan siklus Rankine secara energik dan exergetik pada *waste heat recovery* pada pabrik semen. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil penyerapan energi dan eksergi maksimum terjadi pada tekanan 891,8 kPa dan tekanan optimal *recovery boiler* tidak bergantung pada temperatur maksimum dan tekanan maksimum siklus, serta juga tidak tergantung pada temperatur lingkungan. Pada tahun 2015, M. Dasriyal [10] melakukan penelitian tentang pemilihan fluida kerja WHRPG agar menghasilkan kerja yang optimum. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil bahwa fluida kerja yang terbaik untuk WHRPG PT. Semen Padang yaitu toluena karena tingkat keadaan keluar turbin dan efisiensi eksergi serta daya yang diperoleh memiliki hasil yang tinggi. Pada tahun 2020, Sepehr S., et. al. [11] melakukan penelitian pendekatan komprehensif untuk merancang, memodelkan dan mengoptimalkan siklus *waste heat recovery* dan sistem pembangkit listrik di pabrik semen. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil yang optimal untuk sifat termodinamika WHRPG dan desain siklus baru dengan dua lini produksi semen. Hasil yang dicapai lebih banyak output daya untuk satu ton produksi klinker. Pada tahun 2020, Nadry H. [12] melakukan penelitian analisis eksergi pada pembangkit listrik WHRPG PT Semen Padang. Berdasarkan penelitian ini diperoleh nilai eksergi yang dimusnahkan paling besar yaitu pada *AQC boiler* sebesar 4405,34 kW dan pada turbin sebesar 3167,25 kW.

Jumlah produksi listrik yang dihasilkan oleh WHRPG PT. Semen Padang perjamnya berada dalam rentang 4000 – 6500 kWh. Sedangkan kapasitas listrik WHRPG maksimal yang dapat dihasilkan sebesar 8500 kWh. Usaha dalam meningkatkan kerja turbin dilakukan dengan memanaskan fluida kerja sebelum memasuki *boiler* dengan memanfaatkan tambahan panas yang berasal dari permukaan *kiln*, karena temperatur dari permukaan *kiln* mencapai 350<sup>0</sup>C dan

temperatur tersebut terbuang ke lingkungan serta energi tersebut belum dimanfaatkan. Dengan adanya pemanfaatan energi terbuang dari kulit *kiln* dapat dijadikan sebagai tambahan dalam memanaskan fluida kerja WHRPG untuk meningkatkan kualitas uap dalam menggerakkan turbin yang nantinya meningkatkan jumlah produksi listrik WHRPG. Hal ini dapat dijadikan sebagai solusi oleh PT. Semen Padang dalam melakukan penghematan dalam penggunaan listrik.

### **1.3. Tujuan**

Melengkapi penelitian yang telah ada tentang peningkatan kinerja WHRPG, pada penelitian ini dilakukan yaitu:

1. Menghitung kondisi operasi sistem WHRPG.
2. Menghitung besar laju aliran panas terbuang pada permukaan *kiln*.
3. Menghitung peningkatan efisiensi dan daya keluaran WHRPG dengan adanya tambahan energi panas dari permukaan *kiln*.

### **1.4. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menghemat penggunaan listrik pada industri PT. Semen Padang dalam memproduksi semen.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika pada penulisan laporan penelitian ini adalah pada BAB I yaitu Pendahuluan, di mana menjelaskan tentang Penggunaan energi pada pabrik semen, pemanfaatan energi terbuang pada pabrik semen, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan laporan penelitian ini. BAB II Tinjauan Pustaka yang berisikan teori dasar yang melandasi penelitian ini. BAB III Metodologi yang menjelaskan tempat penelitian, pengambilan data, dan cara pengolahan data. BAB IV Hasil dan Pembahasan yang membahas kondisi operasi WHRPG, Pemanfaatan energi dari permukaan *kiln* untuk meningkatkan kerja dan efisiensi WHRPG. BAB V Penutup, di mana membahas kesimpulan dari hasil penelitian serta berisikan saran untuk penelitian berikutnya.