BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perusahaan pertama yang beroperasi dalam memproduksi semen di Indonesia adalah PT. Semen Padang yang mulai telah berdiri sejak 18 Maret 1910. Saat ini PT. Semen Padang memiliki lima pabrik yang aktif beroperasi yaitu pabrik Indarung II sampai dengan Indarung VI. Rata-rata total kapasitas produksi sebesar 8.900.000 ton /tahun. Pabrik Indarung V didirikan pada tanggal 16 Desember 1998 dengan rata-rata kapasitas produksi 3.000.000 ton / tahun [1].

Proses produksi semen terdiri dari tiga tahap utama yaitu proses penggilingan bahan baku semen atau disebut penggilingan awal di *raw mill*, proses pembakaran *raw mix* di *rotary kiln*, dan proses penggilingan akhir di *cement mill* [2]. Berdasarkan data penggunaan listrik pada audit energi PT. Semen Padang pada bulan Januari 2020 sampai bulan Juni 2020, Konsumsi pemakaian listrik Indarung V pada *raw mill* sebesar 2.721.169,48 kWh, pada *rotary kiln* 7.848.450,94 kWh**,** dan pada *cement mill* 4.998.782,35 kWh.

Penggunaan listrik yang begitu besar pada pabrik Indarung V PT. Semen Padang mengakibatkan pembayaran listrik yang begitu besar pada bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2020 yaitu Rp 17.125.243.052,46. Mempertimbangkan kondisi tersebut maka harus dilakukan penghematan dalam penggunaan listrik untuk mengurangi pengeluaran sehingga dana dapat dimanfaatkan untuk hal lainnya dan dapat menghemat pengeluaran perusahaan.

Dari proses pembakaran *raw meal* di *kiln* akan menghasilkan gas panas sisa pembakaran yang mana temperatur gas panas buang tersebut memiliki potensi untuk dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Melihat adanya potensi tersebut PT. Semen Padang mendirikan *Waste Heat Recovery Power Generation* (WHRPG) sebagai solusi untuk memanfaatkan panas sisa (panas buangan) dari pembakaran *kiln* tersebut dengan kapasitas sebesar 8.5 MW.

Temperatur gas panas yang dapat dimanfaatkan WHRPG memiliki rentang sebesar 300°C - 380°C [3]. Pemanfaatan panas buang dapat dilakukan dengan mengaplikasikan Siklus Rankine, *Organic Rankine Cycle* (ORC), Siklus Kalina

dan *Steam Flash Cy cle* [4]. *Organic Rankine Cycle* (ORC) merupakan siklus rankine yang memanfaatkan fluida kerja organik berupa *refrigerant* dan digunakan sebagai siklus pembangkit listrik dengan memanfaatkan sifat termodinamika dari fluida kerja yang memiliki temperatur rendah sehingga mudah menguap [5]. Dan secara umum terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: pompa, *evaporator*, turbin, *generator*, dan kondensor [6].

Cycle-Tempo adalah sebuah program aplikasi yang digunakan untuk permodelan analisis termodinamika dan pengoptimalan sistem konversi energi yang dapat digunakan untuk pembuatan, perancangan, permodelan dan optimalisasi sistem pembangkit, kalor, dan siklus termodinamika lain. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk simulasi siklus termodinamika seperti *Organic Rankine Cycle* dengan memberikan parameter input yang sesuai. Terdapat beberapa modifikasi yang dapat diterapkan pada *Organic Rankine Cycle* (ORC), salah satunya adalah dengan menambahkan alat penukar panas yaitu *recuperator*.

Alat penukar panas tipe *recuperator* ini termasuk kedalam tipe *heat exchanger indirect contact* karena aliran fluida panas dan dingin tidak saling berkontak secara langsung tetapi dibatasi oleh dinding yang berbentuk datar ataupun pipa. *Recuperator* ini diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu *single pass heat exchanger* yang mana perpindahan panas pada fluida hanya terjadi sekali (*parallel flow, counterflow, dan crossflow*) dan *multiple pass heat exchanger* yang mana perpindahan panasnya terjadi lebih dari sekali.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini berdasarkan latar belakang diatas sebagai berikut:

1. Menentukan jenis fluida kerja *Organic Rankine Cycle* (ORC) yang digunakan pada simulasi.
2. Membandingkan efisiensi dari sistem *Organic Rankine Cycle* sederhana dan *Organic Rankine Cycle* dengan *recuperator* terhadap jenis fluida kerja yang digunakan.
3. Membandingkan besar energi listrik yang dihasilkan dari hasil simulasi dari penerapan *Organic Rankine Cycle* sederhana, dan *Organic Rankine Cycle* dengan *recuperator*.

1.3 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang pengaplikasian WHRPG pada pabrik semen, dan dapat menjadi referensi untuk mengoptimalkan efisiensi energi listrik yang dipakai, dan menjadi referensi bagi PT. Semen Padang dalam penggunakaan fluida kerja ORC untuk diterapkan pada WHRPG.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut.

1. Analisa dilakukan dengan tinjauan termodinamika.
2. Menggunakan *software* Cycle Tempo untuk simulasi permodelan ORC
3. Kondisi sistem kerja siklus beroperasi pada kondisi tunak (*steady state*)
4. Perubahan yang terjadi akibat energi kinetik dan potensial tidak dibahas
5. Rugi-rugi yang terjadi pada komponen tidak dibahas
6. Analisa biaya dan ekonomi tidak dibahas

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini adalah pada BAB I menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan. Pada BAB II membahas teori dasar yang melandasi penelitian ini. Pada BAB III berisikan tahapan dalam melakukan penelitian. Pada BAB IV menjelaskan tentang data hasil dan pembahasan mengenai penelitian. Pada BAB V membahas mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.