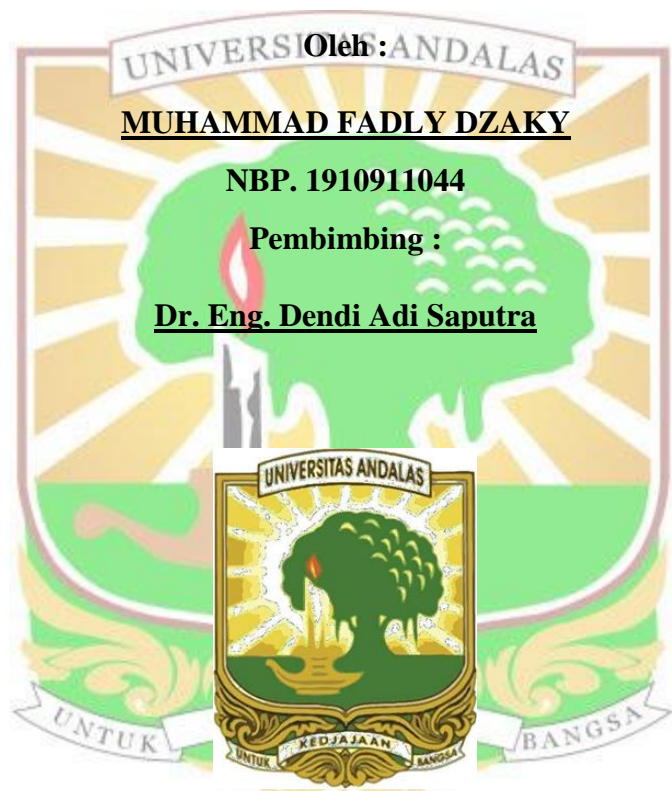


TUGAS AKHIR
OPTIMALISASI EFISIENSI WASTE HEAT RECOVERY
POWER GENERATION MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2024

ABSTRACT

The production of cement involves six stages: raw material extraction, raw material preparation, raw meal preparation, clinker production, cement grinding, and packing. Among these stages, raw meal preparation and clinker production require the most energy. This is because in the raw meal preparation stage, the raw materials are burned in a calciner at temperatures reaching 900°C. Meanwhile, in the clinker production stage, the materials are burned in a rotary kiln at temperatures up to 1,500°C. With such high production temperatures, cement generates by-products in the form of combustion gases and hot air, often referred to as exhaust gases.

One cement company in Indonesia (PT. Semen X) has implemented the Waste Heat Recovery Power Generation (WHRPG) system. Waste Heat Recovery Power Generation harnesses the waste gases from the kiln combustion process to generate electricity. At PT. Semen X, this system utilizes the waste heat from the clinker. The waste heat is directed to a boiler to convert the liquid phase into superheated steam. This steam drives the turbine blades and generator, thereby producing electrical energy. Utilizing wasted heat energy through the Waste Heat Recovery Power Generation system is also an effort to reduce cement production costs, making cement prices more competitive.

However, the thermal efficiency of WHRPG fluctuates due to variations in pressure and temperature within the system. This fluctuation affects the stability of the WHRPG's performance. Therefore, this final project focuses on optimizing the thermal efficiency of Waste Heat Recovery Power Generation using the Taguchi method.

The results of the final project show that the thermal efficiency of the WHRPG system at PT. Semen X experiences fluctuating changes. During WHRPG operation in December 2022, the highest thermal efficiency was obtained on the third day at 32.612%. This efficiency is influenced by the pressure and temperature within the system. Thus, the most important aspect of optimizing the thermal efficiency of WHRPG is determining the appropriate values for system pressure and

temperature. After optimization using the Taguchi method, it is observed that the thermal efficiency increases when the outlet pressure from the boiler and the outlet temperature from the Boiler Feed Pump are high.

Keywords: Cement, Kiln, Waste Heat Recovery Power Generation, Pressure, Temperature, Taguchi



ABSTRAK

Produksi semen dilakukan dengan melalui 6 tahapan, yaitu *raw material extraction*, *raw material preparation*, *raw meal preparation*, *clinker production*, *cement grinding*, dan *packing*. Dari keenam tahapan tersebut, *raw meal preparation* dan *clinker production* merupakan tahapan yang memerlukan energi paling besar. Hal ini dikarenakan pada tahap ini *raw meal preparation* material awal dibakar pada *calciner* dengan temperatur mencapai 900°C. Sedangkan pada tahapan *clinker production material* akan dibakar di *rotary kiln* sampai dengan temperatur sebesar 1.500°C. Dengan suhu pembuatan yang sangat tinggi, semen akan menghasilkan sisa produk berupa gas sisa pembakaran dan udara panas yang sering disebut sebagai gas buang.

Salah satu perusahaan semen di Indonesia (PT. Semen X) sudah menggunakan sistem *Waste Heat Recovery Power Generation* (WHRPG). *Waste Heat Recovery Power Generation* merupakan suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan gas buang dari proses pembakaran pada *kiln*. Penggunaan *Waste Heat Recovery Power Generation* di PT. Semen X ini memanfaatkan limbah panas buang pada klinker. Panas buang tersebut, dialirkan ke *boiler* untuk mengubah fasa fluida cair dari fasa cair jenuh menjadi fasa uap superpanas. Uap ini yang menggerakkan sudu turbin dan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Penggunaan energi panas yang terbuang dengan sistem *Waste Heat Recovery Power Generation*, juga merupakan salah satu usaha untuk mengurangi biaya pembuatan semen, sehingga harga semen lebih bersaing.

Namun, saat ini efisiensi *thermal* dari WHRPG berfluktuatif karena bergantung pada tekanan dan temperatur pada sistem. Hal ini berdampak pada tidak stabilnya kinerja WHRPG yang dihasilkan. Untuk itu, pada tugas akhir ini dilakukan optimalisasi efisiensi *thermal Waste Heat Recovery Power Generation* dengan menggunakan metode taguchi.

Hasil tugas akhir diperoleh efisiensi *thermal* sistem WHRPG pada PT. Semen X mengalami perubahan yang fluktuatif. Selama WHRPG bekerja pada bulan Desember 2022 didapatkan nilai efisiensi *thermal* tertinggi pada hari ketiga sebesar

32,612%. Efisiensi *thermal* tersebut dipengaruhi oleh tekanan dan temperatur pada sistem. Oleh karena itu, hal yang paling penting dalam optimalisasi efisiensi *thermal* WHRPG, yaitu dengan cara menentukan nilai yang tepat untuk tekanan dan temperatur pada sistem. Dan setelah dilakukan optimalisasi menggunakan metode taguchi terlihat bahwa nilai efisiensi *thermal* meningkat, ketika tekanan outlet dari *boiler* dan temperatur outlet dari *Boiler Feed Pump* memiliki nilai yang tinggi.

Kata Kunci : Semen, *Kiln*, *Waste Heat Recovery Power Generation*, Tekanan, Temperatur, Taguchi

