

ABSTRACT

DESING OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM OF CYLINDER TYPE TOREFACTION EQUIPMENT WHIT GAS STOVE HEATER

By

WAHYU HENDI SETIAWAN

Fuel is a source of energy that supports domestic and industrial activities. The increasing demand for energy has led to a decrease in the supply of fossil fuels. One of the fuels that can replace fossil fuels is biomass derived from various agricultural biomass wastes. The palm oil industry produces quite a lot of solid waste in the form of empty palm fruit bunches (EFB). Therefore, new technology is needed to process this waste into fuel that is environmentally friendly and has high added value, one of which is the production of biopellets. Torrefaction is the process of converting biomass into cleaner solid fuels. The tools used for the torrefaction process are still mostly done manually and use wood fuel, making it difficult to reach the optimum temperature. Therefore, a torrefaction tool is needed that can control temperature automatically in order to obtain optimal temperatures during the torrefaction process, so that handling time is more effective and quality torrefaction results are obtained. The purpose of this study was to obtain calibration results of the type K thermocouple sensor using Arduino Uno and to test the performance of the pellet torrefaction tool from empty palm oil bunches (EFB).

Research methods carried out include design, manufacture and testing. The design carried out is structural design and functional design then proceed to the

manufacturing and testing process. The tests carried out were testing system response, accuracy, stability, moisture content and hydrophobicity.

After the tool design was carried out, an automatic torrefaction tool was created using a gas stove. The dimensions of the supporting frame for the torrefaction tube are 24 cm high and 28 cm wide, the servo motor frame is 15 cm high and 9.5 cm wide, the dynamo support frame is 26 cm high and 6.5 cm wide. The tool box is square with dimensions 50 x 50 cm. The torrefaction tube has a volume of 2,826 cm³ with a diameter of 15 cm and a height of 16 cm. After testing the system resonance for temperature control, it was able to reach 300 °C within 26 minutes from normal temperature. The temperature accuracy test shows an average value of 92.12%. Stability testing works quite stable in controlling the temperature from a predetermined setting point. Testing the value of the average water content at a temperature of 50 – 100 °C obtained a higher water content value of 4 – 7% and the lowest water content value was at a temperature of 150 – 300 °C, namely 1 – 2%. Hydrophobicity test after 24 hours of immersion in 18 samples resulting from torrefaction, the color of the sample immersion at 50 – 200 °C was darker in color and many samples disintegrated compared to samples at 250 °C and 300 °C which were clearer in color and the samples remained intact.

Keywords: fuel, biomass, automatic control, torrefaction, empty oil palm fruit bunches (EFB)

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SUHU PADA ALAT TOREFAKSI TIPE SILINDER DENGAN PEMANAS KOMPOR GAS

Oleh

Wahyu Hendi Setiawan

Bahan bakar adalah sumber energi yang mendukung kegiatan domestik dan industri. Meningkatnya permintaan energi telah menyebabkan penurunan pasokan bahan bakar fosil. Salah satu bahan bakar yang dapat menggantikan bahan bakar fosil adalah biomassa yang berasal dari berbagai limbah biomassa pertanian. Industri kelapa sawit menghasilkan limbah padat yang cukup banyak berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Oleh karena itu, diperlukan teknologi baru untuk mengolah limbah tersebut menjadi bahan bakar yang ramah lingkungan dan bernilai tambah tinggi, salah satunya adalah produksi biopellet. Torefaksi adalah proses pengubahan (*converting*) biomassa menjadi bahan bakar padat yang lebih bersih. Alat yang digunakan untuk proses torefaksi saat ini masih banyak dilakukan secara manual dan menggunakan bahan bakar kayu sehingga sulit untuk mencapai suhu optimum. Oleh karena itu, diperlukan alat torefaksi yang dapat mengontrol suhu secara otomatis agar diperoleh suhu yang optimal selama proses Torefaksi, sehingga waktu penanganan lebih efektif dan diperoleh hasil Torefaksi yang berkualitas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil kalibrasi sensor termocouple tipe K menggunakan arduino uno dan menguji kinerja alat torefaksi pellet dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS).

Metode penelitian yang dilakukan meliputi perancangan, pembuatan dan pengujian. Perancangan yang dilakukan yaitu rancangan struktural dan rancangan fungsional kemudian dilanjutkan ke proses pembuatan dan pengujian. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian respon sistem, akurasi, stabilitas, kadar air dan hydrophobicity.

Setelah dilakukan perancangan alat terciptalah alat torefaksi otomatis menggunakan kompor gas. Dimensi kerangka penyangga tabung torefaksi tinggi 24 cm dan lebar 28 cm, kerangka motor servo tinggi 15 cm dan lebar 9,5 cm, kerangka penyangga dinamo tinggi 26 cm dan lebar 6,5 cm, kotak alat berbentuk persegi dengan ukuran 50 x 50 cm. Tabung torefaksi bervolume 2.826 cm³ dengan diameter 15 cm dan tinggi 16 cm. Setelah dilakukan pengujian reson sistem terhadap pengendalian suhu mampu mencapai 300°C dalam waktu 26 menit dari suhu normal. Pengujian keakurasian suhu menunjukkan nilai rata – rata 92,12%. Pengujian stabilitas bekerja cukup stabil dalam mengontrol suhu dari *setting point* yang telah ditentukan. Pengujian nilai kadar air rata – rata pada suhu 50 – 100 °C didapatkan nilai kadar air lebih tinggi yaitu 4 – 7% dan nilai kadar air terendah berada di suhu 150 – 300 °C yaitu 1 – 2%. Pengujian hydrophobicity setelah perendaman selama 24 jam pada 18 sampel hasil torefaksi, warna rendaman sample di suhu 50 – 200 °C berwarna lebih gelap dan banyak sample hancur dibandingkan sampel pada suhu 250 °C dan 300 °C yang berwarna lebih bening dan sample tetap utuh.

Kata Kunci : bahan bakar, biomassa, kontrol otomatis, torefaksi, tandan kosong kelapa sawit (TKKS).