

ABSTRAK

Buah salak dipilih sebagai bahan baku utama karena ketersediaannya yang melimpah di wilayah Indonesia dan memiliki potensi tinggi untuk diolah menjadi alkohol (*etanol*) melalui proses fermentasi. Destilasi alkohol dari hasil fermentasi salak memerlukan kontrol suhu yang presisi untuk menjamin efisiensi dan kemurnian produk, mengingat fluktuasi suhu dapat berdampak negatif pada destilasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan menerapkan sistem kontrol otomatis berbasis algoritma *Proportional Integral Derivative* (PID). Perancangan sistem ini berfokus pada optimasi stabilitas suhu pada *set point* 80°C. Sistem menggunakan *thermocouple tipe K* sebagai sensor suhu dan *control valve* sebagai aktuator, yang dikendalikan oleh sinyal PID untuk mengatur aliran uap dan menjaga kestabilan kolom destilasi. Dari lima variasi parameter yang diuji, konfigurasi $K_p=1.8$, $K_i=0.05$, dan $K_d=0.5$ terbukti paling optimal, mampu merespons cepat dengan waktu *rise time* 185 detik dan membatasi *overshoot* maksimum hanya 1,05°C dari *set point*. Kinerja terbaik ini mencapai kestabilan suhu yang luar biasa pada kondisi *steady state* dengan *error* rata-rata yang sangat rendah, yaitu $\pm 0,08^\circ\text{C}$. Secara keseluruhan, penerapan algoritma PID ini secara signifikan berhasil meminimalkan fluktuasi suhu, meningkatkan konsistensi proses destilasi, dan berkontribusi langsung pada perolehan distilat alkohol buah salak dengan kualitas yang lebih baik.

Kata Kunci: Kontrol Suhu, Destilasi Alkohol, Buah Salak, Algoritma PID, *Overshoot*, Control Valve.

ABSTRAK

Snake fruit (Salacca zalacca) was selected as the primary raw material due to its abundant availability in Indonesia and its high potential to be processed into alcohol (ethanol) through fermentation. The distillation of alcohol derived from fermented snake fruit requires precise temperature control to ensure process efficiency and product purity, as temperature fluctuations can negatively affect the distillation performance. Therefore, this study aims to design and implement an automatic control system based on the Proportional Integral Derivative (PID) algorithm. The system design focuses on optimizing temperature stability at a set point of 80°C. A K-type thermocouple is employed as the temperature sensor, while a control valve serves as the actuator, regulated by the PID control signal to manage vapor flow and maintain the stability of the distillation column. From five tested PID parameter variations, the configuration with $K_p = 1.8$, $K_i = 0.05$, and $K_d = 0.5$ demonstrated the most optimal performance. This configuration provided a fast response with a rise time of 185 seconds and limited the maximum overshoot to only 1.05°C above the set point. The best performance achieved excellent temperature stability under steady-state conditions, with a very low average error of 0.08°C. Overall, the application of the PID algorithm significantly reduced temperature fluctuations, improved the consistency of the distillation process, and directly contributed to producing higher-quality snake fruit alcohol distillate.

Keywords: Temperature Control, Alcohol Distillation, Snake Fruit, PID Algorithm, Overshoot, Control Valve