RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KOPI OTOMATIS MENGGUNAKAN PLC DAN HMI DENGAN METODE PID

Achmad Ilyas Ath Thaariq[1], Akhmad Fahruzi[2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya [1,2]
e-mail: ilyasachmad4@gmail.com

ABSTRACT

Coffee is a plantation product that has economic value and plays a role as a source of foreign exchange for the country. The quality of coffee depends much on its handling during the harvest and post-harvest processes. Proper management in the harvest and post-harvest processes can produce good quality coffee. Coffee beans have so great differences that require skill and experience in carrying out the roasting process based on the consumer demand. Therefore, a multi-step system was created in a roasting process by varying the roasting temperature and time variables. This study aimed to analyze the working system of an automatic coffee roaster machine to optimize temperature using HMI and PLC. PID method was applied as the control system for the temperature of the combustion chamber of the coffee roaster machine to the desired temperature during the roasting process. The testing of the type K thermocouple temperature sensor worked quite well with an error average of the temperature reading of 1.51%, whereas the error value of the stepper motor movement of the system gained an average of 0.9%. The multi-step coffee roasting system was tested as follows: the first stage at the set point temperature of 100oC for 8 minutes, the second stage at the set point temperature of 120oC for 7 minutes, and the final stage at the set point temperature of 125oC for 7 minutes, or the total test time of 22 minutes. The results indicated that the multi-step coffee roasting test obtained an average overshoot error of 1.78% and an average settling time error of 0.74%. Overall, the temperature control system using the PID method for the coffee roaster combustion chamber could work according to the specified set point.

Keywords: HMI, Multi-Step, PID, PLC, Stepper Motor

ABSTRAK

Kopi merupakan hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomis dan memiliki peran sebagai salah satu sumber devisa negara. Mutu dari kopi sangat bergantung pada penanganannya selama proses panen dan pasca panen, dengan penanganan yang tepat dalam proses panen dan pasca panen dapat menghasilkan kopi bermutu baik. Biji kopi memiliki perbedaan yang sangat besar sehingga memerlukan keterampilan dan pengalaman dalam melakukan proses penyangraian sesuai dengan permintaan konsumen. Dengan adanya hal tersebut maka dimunculkan sistem bertahap (multi step) dalam suatu proses menyangrai, dimana variabel suhu sangrai dan waktu yang berbeda – beda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sistem kerja mesin sangrai kopi otomatis untuk mengoptimalkan suhu menggunakan HMI dan PLC. Metode sistem kontrol yang digunakan adalah PID dalam mengontrol suhu ruang bakar mesin sangrai kopi terhadap suhu yang diinginkan selama proses sangrai berjalan. Pengujian sensor suhu thermocouple type K bekerja cukup baik dengan nilai error selama pembacaan suhu rata – rata 1,51 % dan nilai error pergerakan stepper motor terhadap sistem memiliki rata – rata 0,9 %. Hasil pengujian sistem sangrai kopi multi step, pada tahapan pertama set point suhu 100 oC dengan waktu 8 menit, pada tahapan kedua set point suhu 120oC dengan waktu 7 menit, dan pada tahapan akhir set point suhu 125 oC dengan waktu 7 menit maka total waktu pengujian selama 22 menit, pengujian sangrai kopi multi step memiliki nilai rata – rata error overshoot sebesar 1,78 % dan rata – rata error settling time sebesar 0,74 %. Secara keseluruhan sistem kontrol suhu dengan metode PID terhadap ruang bakar sangrai kopi dapat bekerja sesuai dengan set point yang di tentukan.

Kata kunci: HMI, Multi-Stepm PID, PLC, Stepper Motor

PENDAHULUAN

Kopi merupakan hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomis dan memiliki peran sebagai salah satu sumber devisa negara. Kontribusi sub sektor perkebunan dalam Produksi Domestik Bruto

(PDB) yaitu sebesar 3,47 persen pada tahun 2017 atau merupakan urutan pertama di sektor peternakan, perburuan dan pertanian [1]. Mutu dari kopi sangat bergantung pada penanganannya selama proses panen dan pasca panen, dengan penanganan yang tepat dalam proses panen dan pasca panen dapat menghasilkan kopi bermutu baik. Proses penyangraian adalah proses pembetukan rasa dan aroma pada biji kopi [2]. Kualitas biji kopi dapat ditingkatkan pada proses penyangraian dilakukan dengan menggunakan suhu dan waktu lama penyangraian yang tepat agar dapat menghasilkan kadar air dan tingkat keasaman yang tepat sesuai dengan standar SNI 01-2982-1992 (Standar Nasional Indonesia, 1992) dan SNI 01-3542-2004 (Standar Nasional Indonesia,tis 2004) [3]. Teknik menyangrai kopi diperlukan pengetahuan dan pengalaman untuk menemukan titik – titik tertentu ketika retakan pertama muncul (first crack) sehingga retakan kedua (second crack). Dalam menentukan retakan tersebut diperlukan pengurangan atau penambahan suhu dalam ruang bakar, sementara itu melakukan pengamatan warna atau tingkat matang pada biji kopi, dan pada umumnya sangat sulit. Dengan adanya hal tersebut maka dimunculkan sistem bertahap (multi step) dalam suatu proses menyangrai, dimana variabel suhu maksimal yang berbeda – beda [4].

TINJAUAN PUSTAKA

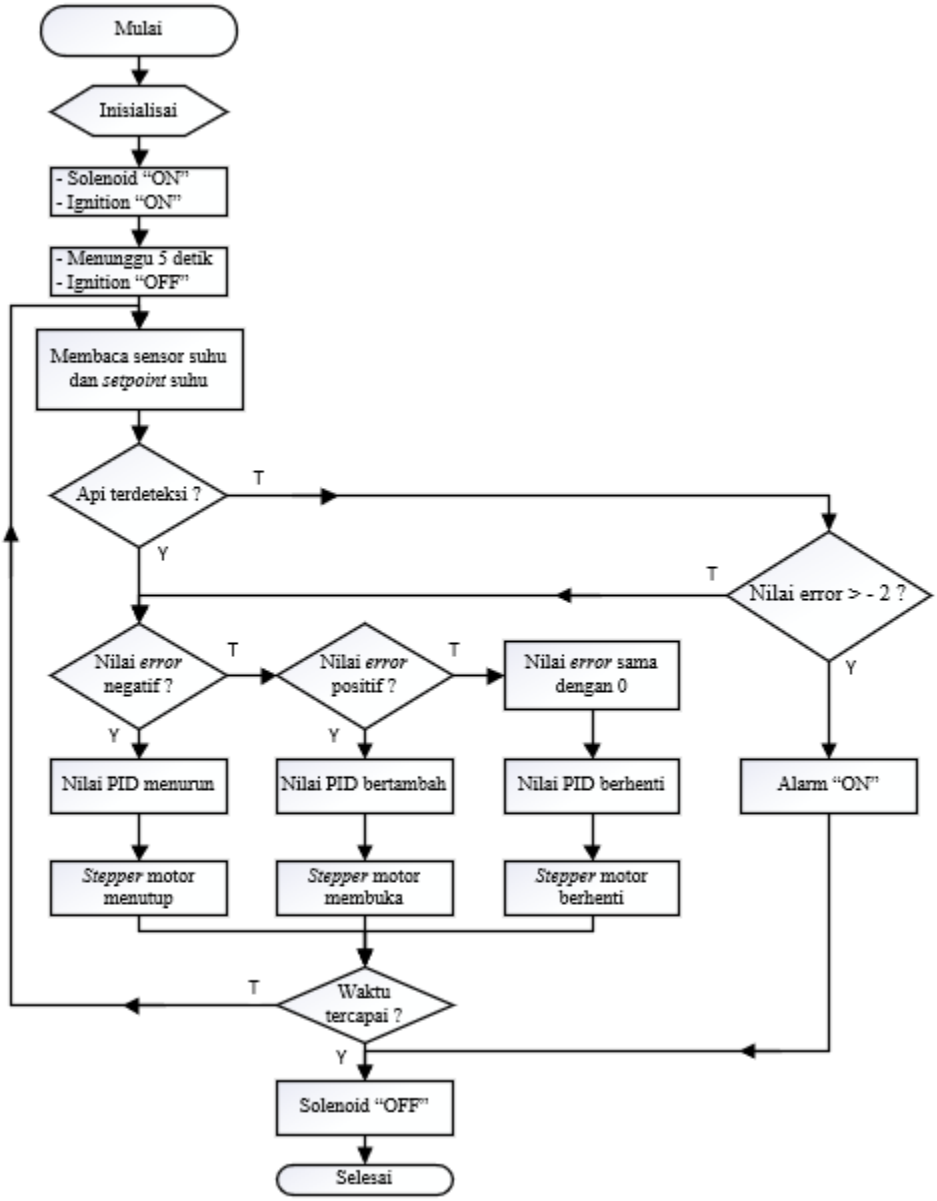
Penelitian Yang Terkait

Pada penelitian tentang pengaruh suhu dan lama waktu penyangraian dalam proses sangrai kopi menggunakan metode rancangan acak lengkap faktorial. Proses penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman dan kadar air pada biji kopi berdasarkan suhu dan lama waktu selama proses penyangraian sehingga dapat menghasilkan biji kopi yang bermutu lebih baik. Prosedur penelitian ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan dalam setiap proses pengambilan sampel biji kopi dengan perlakuan suhu dan waktu yang berbeda – beda. Dengan batasan suhu 160$_o$C, 180$_o$C, 200$_o$C, dan waktu 20 menit, 40 menit, 60 menit [5]. Adapun penelitian yang berhubungan dengan proses penyangraian dan pendingin biji kopi berbasis mikrokontroller Arduino Atmega2560.Pada penelitian ini menggunakan TurbularHeater sebagai pemanas dan menggunakan kipas dan motor DC sebagai pendingin biji kopi, suhu yang didapatkan di tabung roasting selama proses penyangraian sebesar 125$_o$C, dengan lama waktu proses penyangraian selama 55 menit. Dengan proses pada penelitian tersebut menghasilkan biji kopi dengan kategori medium roast [6].

METODE

Pada penelitian dan pengujian ini digunakan metode PID, sebagai sistem kontrol otomatis mesin sangrai kopi, yang bertujuan untuk mengoptimalkan suhu ruang bakar selama proses sangrai berjalan, dengan nilai Kp, Ki, dan Kd yang di tentukan menggunakan pengujian *trial and error*.

Sistem kontrol PID teridiri dari tiga buah pengaturan kontrol yaitu kontrol P (Proporsional), I (Integral), dan D (Derivatif), dengan memiliki fungsi kontrol yang berbeda – beda. Terdapat beberapa metode untuk mendapatkan parameter dari kontrol tersebut, salah satunya adalah metode mencoba (cut and try methode), metode tanggapan tangga, dan metode Zieger – Nichols [7]. Selanjutnya adalah flowchart metodelogi penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. *Flowchart* sistem

Proses penyangraian menggunakan metode PID sebagai sistem kontrol dalam mengendalikan kinerja stepper motor agar dapat menstabilkan suhu yang sudah di tentukan. Prinsip kerja pada flowchart tersebut adalah saat api terdeteksi oleh sensor, sensor akan membaca suhu didalam ruang bakar penyangraian, data pembacaan sensor tersebut merupakan input dari kontrol PID yang dimana outputnya berupa nilai PWM untuk stepper motor dan mengatur bukaan gas yang mengalir melalui solenoid valve. Terdapat juga sistem keamanan yang akan mengaktifkan alarm yang menandakan tidak terdapatnya api, hal tersebut di mungkinkan karena kebocoran gas ataupun gas yang habis.

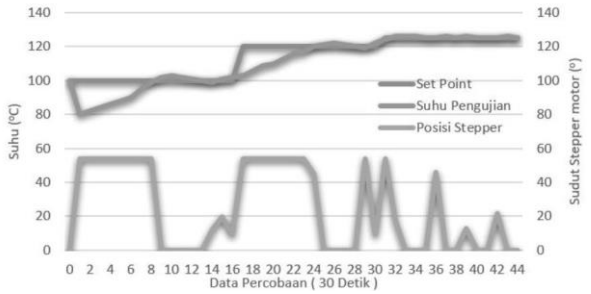
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang optimal dan sesuai dengan adanya pengujian ini, adapun pengujian perubahan nilai Kp, Ki, dan Kd sebanyak lima kali terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Pengujian PID

No	Kp	Ki	Kd	*Set Point (oC)*	*Rise Time* (detik)	*Settling Time* (detik)	*Overshoot* (%)	*Error Steady State* (%)
1	100	5	1	100	420	450	1	0,44
2	70	3	1	100	360	480	4	1,40
3	100	5	5	100	420	480	3	1,13
4	100	10	1	100	510	600	3	0,91
5	50	5	1	100	390	540	2	0,92

Pengujian akhir peneliti menggunakan nilai Kp 100, Kd 5, dan Ki 1, adapun parameter yang digunakan berikutnya adalah suhu dan waktu, pada tahapan pertama menggunakan set point suhu sebesar 100 oC dengan waktu 8 menit, pada tahapan kedua menggunakan set point suhu sebesar 120 oC dengan waktu 7 menit, dan pada tahapan terakhir , menggunakan set point suhu sebesar 125 oC dengan waktu 7 menit, total waktu pada penelitian ini adalah 22 menit dengan biji kopi yang di gunakan seberat 350 gram. Hasil pengujian di catat dan gambarkan berupa grafik dengan hasil berupa gambar 2.



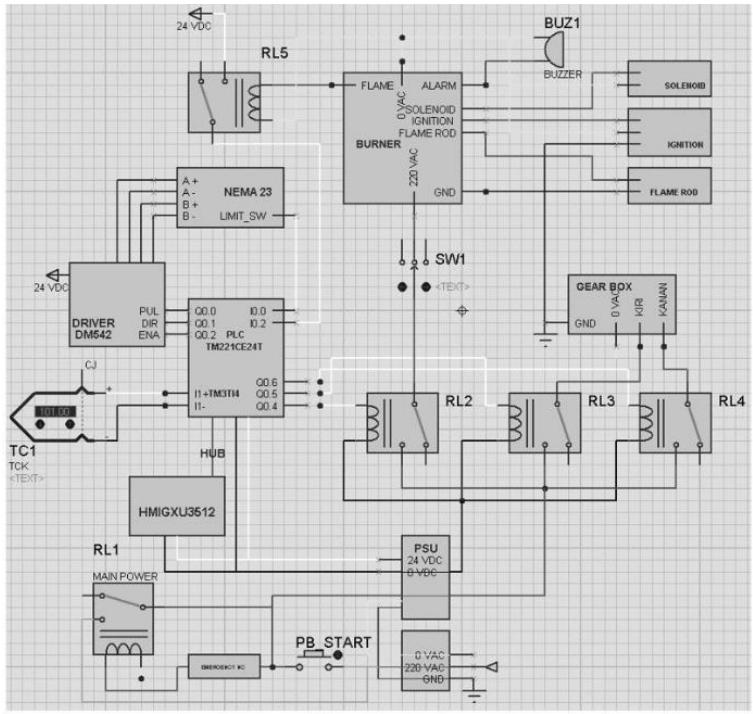
Gambar 2. Grafik Suhu Ruang Bakar dan Posisi *Stepper* Motor

Pada gambar 2 suhu dan stepper motor yang berjalan selama pengujian. Pada tahapan pertama, nilai *rise time* yang diperlukan untuk mencapai *set point* 100 $_{o}$C membutuhkan waktu 4 menit 30 detik, dengan nilai *overshoot* mencapai 103 $_{o}$C, dan *settling time* diperlukan selama 6 menit 30 detik dengan nilai *steady state* yang dihasilkan sebesar 99 $_{o}$C – 102 $_{o}$C. Pada tahapan kedua , nilai *rise time* yang diperlukan untuk mencapai set point 120 $_{o}$C membutuhkan waktu 12 menit, dengan nilai *overshoot* mencapai 122 $_{o}$C, dan *settling time* diperlukan selama 14 menit dengan nilai *steady state* yang dihasilkan sebesar 119 $_{o}$C – 122 $_{o}$C. Pada tahapan ketiga , nilai *rise time* yang diperlukan untuk mencapai *set point* 125 $_{o}$C membutuhkan waktu 16 menit, dengan nilai *overshoot* mencapai 126 $_{o}$C, dan *settling time* diperlukan selama 17 menit 30 detik dengan nilai *steady state* yang dihasilkan sebesar 125 $_{o}$C – 126 $_{o}$C. Dari data tersebut maka rata – rata error *overshoot* sebesar 1,78 % dan rata – rata error *settling time* sebesar 0,74 %.

MESIN SANGRAI KOPI DAN SKEMATIK



Gambar 3. Mesin Sangrai Kopi dan Sistem Kontrol



Gambar 4. Skematik Rangkaian Mesin Sangrai Kopi

KESIMPULAN

Mesin sangrai kopi berdimensi 50 cm x 38 cm x 54 cm, dengan sistem kontrol berdimensi 60 cm x 83 cm x 12 cm, dapat bekerja dengan baik dikarenakan dapat membaca suhu ruang bakar real time, yang menghasilkan reaksi stepper motor bekerja secara langsung berdasarkan metode PID, dapat mengendalikan api sesuai dengan set point suhu dan bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Pada pengujian sangrai kopi otomatis rata – rata error overshoot sebesar 1,78 % dan rata – rata error settling time sebesar 0,74 %.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. P. S. INDONESIA, Statistik Kopi Indonesia 2017. Badan Pusat Statistik, ISBN: 978-602-438-187-5, 2018.

[2] R. Y. Sari, "Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Sangrai Robusta Pagaralam, Sumatera Selatan," Skripsi, 2018.

[3] B. Thomas Edvan, R. Edison, D. Made Same, M. Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan dan, and S. Pengajar Jurusan Budidaya, "Pengaruh Jenis dan Lama Penyangraian pada Mutu Kopi Robusta (Coffea robusta)," vol. 4, no. 1, pp. 31–40, 2016.

[4] Y. H. D. Eugene Song and S. Moon-Ku, "Coffee Roaster And Controlling Method Of Same," US 7,875,833 B2, 2011.

[5] W. Yusdiali, "Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian Terhadap Tingkat Kadar Air Dan Keasaman Kopi Robusta (Coffea robusta)," Skripsi, pp. 1–12, 2013.

[6] D. Pitra, "Rancang Bangun Alat Penyangrai Dan Pendingin Biji Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560," J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2018.

[7] A. Oktavianto, "Perancangan Robot Pemadam Api Menggunakan Kontrol PID," Skripsi, 2014.