

Perancangan Kendali Sistem Sumber Ion Siklotron DECY-13 Menggunakan PID-Fuzzy

oleh

Fajar Sidik Permana

Diajukan ke Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika
Sebagai bagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Master

ABSTRAK

Siklotron merupakan salah satu mesin akselerator yang berfungsi untuk mempercepat partikel bermuatan dengan menggunakan medan listrik dan medan magnet di dalam ruang vakum. Pusat Sains dan Teknologi Akselerator-BATAN sedang melakukan rancang bangun Siklotron dengan energi 13 MeV yang diberi nama Siklotron DECY 13. Siklotron terdiri dari beberapa sistem utama antara lain sistem magnet, sistem Radio Frekuensi (RF), sistem sumber ion, sistem vakum, sistem target dan sistem pendukung lainnya. Pembangunan Siklotron DECY-13 sudah pada tahap pengujian arus berkas yang berada di daerah tengah (*central region*). Selama proses percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian sebelumnya, pembentukan arus berkas belum stabil dan mengalami beberapa gangguan. Beberapa gangguan yang terjadi antara lain disebabkan oleh aliran gas Hidrogen yang mengalir ke dalam sistem tidak stabil dengan *overshoot* mencapai lebih dari 20% sehingga tingkat kevakuman di dalam ruang vakum menurun dan menimbulkan lucutan atau *discharge*. Permasalahan yang kedua adalah penentuan posisi keluarnya gas (*head* sumber ion) yang tidak tepat atau berubah-ubah (osilasi) sehingga berkas yang keluar tidak diterima pada sistem target dengan tepat atau hilang di lintasan. Pada penelitian ini telah dilakukan perancang kesetabilan sistem sumber ion dengan menerapkan gabungan kendali PID dan Logika Fuzzy. Penelitian ini dilakukan pada dua buah controller terpisah. Pertama pada aliran gas dan kedua pada sistem penggerak. Pencarian nilai kendali (K_p , K_i , dan K_d) menggunakan metode Ziegler Nichols dengan menerapkan keluaran respon pada sistem. Respon sinyal yang terbentuk digunakan untuk mencari nilai *delay time* (L) dan *dead time* (T) sehingga dapat ditentukan nilai kendali PID. Hasil respon sistem aliran gas setelah menggunakan PID ZN diperoleh *max overshoot* 25%, *rise time* 1 detik dan *settling time* 6,5 detik. Pada sistem penggerak sumbu-x menghasilkan *max overshoot* 8%, *rise time* 1,6 detik dan *settling time* 3,6 detik dan pada sumbu y *max overshoot* 4%, *rise time* 1,4 detik dan *settling time* 2,4 detik. Penerapan kendali Fuzzy digunakan untuk melakukan *tunning* pada PID karena nilai PID masih memberikan *error* terutama pada *overshoot*. Fuzzyfikasi menggunakan masukan *error* (e) dan *delta error* (de) dengan derajat keanggotaan 0 dan 1 yang terdiri masing-masing 5 anggota input e dan 5 anggota input de . Hasil dari Fuzzy akan menghasilkan tiga keluaran yaitu nilai K_p , K_i dan K_d yang mengikuti perubahan *error*. Respon sistem dengan menggunakan PID Fuzzy pada aliran gas Hidrogen





menunjukkan nilai *max overshoot* 2%, *rise time* 0,8 detik dan *settling time* 1 detik. Pada sistem penggerak sumbu-x menghasilkan *max overshoot* 4%, *rise time* 1 detik dan *settling time* 1,8 detik dan pada sumbu y *max overshoot* 0%, *rise time* 1 detik dan *settling time* 1 detik. Dari hasil respon tersebut menunjukkan bahwa kendali PID-Fuzzy dapat mereduksi *error* dan menstabilkan sistem sumber ion Siklotron DECY 13 selama beroperasi.

Keywords: *siklotron, sumber ion, sistem kendali, pid-fuzzy*

Pembimbing Utama : Nazrul Effendy, S.T., M.T., Ph.D., IPM

Pembimbing Pendamping : Dr.-Ing. Awang N.I. Wardana, S.T., M.T., M.Sc



Design of DECY-13 Cyclotron Ion Source Control System Using PID-Fuzzy

by

Fajar Sidik Permana

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
As part of the requirements for obtaining a Master's degree

ABSTRACT

Cyclotron is an accelerator machine to accelerate charged particles by using electric and magnetic fields in a vacuum. The Center for Accelerator Science and Technology-BATAN is currently designing a 13 MeV cyclotron called the DECY 13 Cyclotron. The cyclotron consists of several main systems, including a magnetic system, a radio frequency (RF) system, an ion source system, a vacuum system, and a target system. and other support systems. The construction of the DECY-13 cyclotron is already at the stage of testing the beam current in the central region. During the experimental process that was carried out in previous studies, the formation of the beam current was not stable and experienced several disturbances. Some of the disturbances that occur are caused by the flow of Hydrogen gas flowing into the system which is unstable with overshoot reaching more than 20% so that the level of vacuum in the vacuum decreases and causes discharge. The second problem is the determination of the position of the gas exit (ion source head) which is not correct or varies (oscillation) so that the outgoing beam is not received in the target system correctly or is lost in the path. In this research, the stability design of the ion source system has been carried out by applying a combination of PID control and Fuzzy Logic. This research was conducted on two separate controllers. First on the gas flow and second on the drive system. The search for control values (K_p , K_i , and K_d) uses the Ziegler Nichols method by applying the response output to the system. The response signal that is formed is used to find the value of delay time (L) and dead time (T) so that the PID control value can be determined. The results of the gas flow system response after using ZN PID obtained a max overshoot of 25%, a rise time of 1 second and a settling time of 6.5 seconds. On the x-axis drive system, it produces a max overshoot of 8%, a rise time of 1.6 seconds and a settling time of 3.6 seconds and on the y-axis a max overshoot of 4%, a rise time of 1.4 seconds and a settling time of 2.4 seconds. The application of Fuzzy control is used to tune the PID because the PID value still gives errors, especially on overshoot. Fuzzyfication uses input error (e) and delta error (de) with membership degrees 0 and 1 consisting of 5 members of input e and 5 members of input de , respectively. The results of Fuzzy will produce three outputs, namely the values of K_p , K_i and K_d which follow the change in error. The response of the system using PID Fuzzy on Hydrogen gas flow shows a max overshoot value of 2%, a rise time of 0.8 seconds and a settling time of 1 second. On the x-axis drive system it produces a



max overshoot of 4%, a rise time of 1 second and a settling time of 1.8 seconds and on a y-axis max overshoot of 0%, a rise time of 1 second and a settling time of 1 second. The results of these responses indicate that PID-Fuzzy control can reduce errors and stabilize the DECY 13 Cyclotron ion source system during operation.

Keywords: *siklotron, ion source, control system, pid-fuzzy*

Main Advisor : Nazrul Effendy, S.T., M.T., Ph.D., IPM

Advisor : Dr.-Ing. Awang N.I. Wardana, S.T., M.T., M.Sc

