

SISTEM KONTROL DURASI INJEKSI BAHAN BAKAR PADA MESIN 4 LANGKAH DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Muhammad Aziz Muslim¹, Goegoes Dwi Nusantoro², Ganda Lesmana³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
¹ muh_aziz@ub.ac.id ² goegoesdn@ub.ac.id ³ ganda16lesmana@gmail.com

Abstrak

Durasi injeksi bahan bakar adalah salah satu poin penting dalam pengaturan sistem pembakaran dalam suatu mesin 4 langkah untuk menghasilkan proses pembakaran yang efisien. Pada penelitian ini, durasi injeksi didasarkan atas posisi *throttle* yang mencerminkan *setting* kecepatan mesin yang diinginkan. Sebagai pengendali, diusulkan penggunaan logika fuzzy yang memiliki kemampuan penalaran dengan menggunakan bahasa manusia. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan kontrol logika fuzzy dapat memenuhi spesifikasi respon yang diinginkan dengan kesalahan durasi injeksi dan kecepatan putaran mesin kurang dari 2%.

Kata kunci : durasi injeksi, mesin 4 langkah, posisi throttle, kontrol logika fuzzy

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi suplai bahan bakar pada mesin telah mengalami kemajuan sangat pesat. Kini, sistem karburator telah digantikan dengan sistem injeksi agar perhitungan jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke dalam mesin menjadi presisi. Sistem injeksi bahan bakar merupakan sistem yang bertugas mengatur waktu dan durasi penginjeksian bahan bakar yang digunakan mesin. Untuk memenuhi hal tersebut, dirancanglah mekanisme tersebut dalam suatu *Engine Control Unit* (ECU), yaitu sebuah piranti elektronik yang berfungsi mengatur frekuensi dan lebar pulsa pada *fuel injector* dan waktu pengapian, serta mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan (Weil, Selamat, & Alimin, 2010). Sebuah ECU menjadi bagian yang sangat penting bagi kendaraan di era modern ini.

Isi dari suatu ECU selalu dirahasiakan oleh produsen kendaraan bermotor. Data yang terdapat pada ECU adalah data yang sudah disetting oleh pabrikan sesuai dengan kebutuhan standar masing-masing jenis kendaraan, sehingga untuk melakukan modifikasi sistem, diperlukan langkah yang relatif sulit. Sebagai contoh, untuk memodifikasi sistem injeksi perlu dirancang suatu sistem pengendali yang mampu menyesuaikan waktu dan frekuensi injeksi dengan kondisi kecepatan putar mesin (Lee, Howlett, & Walters, 2005).

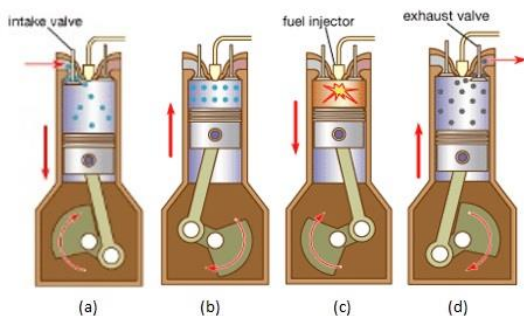
Pada penelitian ini, dilakukan modifikasi sistem injeksi sebuah sepeda motor 4 langkah. Untuk itu diupayakan suatu sistem kontrol yang terpadu

antara putaran mesin, posisi *throttle* dan durasi injeksi. Posisi *throttle* merefleksikan besarnya putaran mesin yang diinginkan, yang nantinya akan diperhitungkan dalam skema Kontrol Logika Fuzzy (KLF). Diharapkan putaran mesin yang dihasilkan akan sesuai dengan setpoint yang diinginkan.

Selanjutnya sistematika penulisan adalah sebagai berikut. Tinjauan pustaka terkait motor bakar akan disampaikan pada sesi 2, dilanjutkan dengan sesi 3 yang berisi rancangan penelitian yang telah dilakukan. Sesi 4 berisi hasil-hasil penelitian serta diskusi mengenai hasil penelitian. Sesi 5 menutup paper ini dengan suatu simpulan serta rencana penelitian lanjutan.

2. Motor Bakar 4 Langkah

Motor bakar merupakan salah satu motor torak dengan proses pembakaran di dalam silinder (*internal combustion*). Dalam sistem kerjanya motor bakar ini memiliki 4 langkah kerja. Empat langkah tersebut meliputi langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang. Yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin bensin atau mesin diesel. Gambar 1 (a)-(d) menunjukkan urutan keempat proses pada suatu motor bakar.



Gambar 1. Ilustrasi siklus mesin 4 langkah

Dari Gambar 1 dapat diketahui juga bahwa untuk mendeteksi waktu dan durasi injeksi serta waktu pengapian, diperlukan beberapa sensor untuk mendeteksi kondisi ruang bakar. Beberapa sensor yang diperlukan, diantaranya adalah sebagai berikut:

a) Sensor *Throttle Position* (TPS)

Throttle adalah bagian dari mesin injeksi yang mengatur masuknya udara ke mesin pembakaran. Fungsi Throttle Position Sensor (TPS) adalah sensor yang digunakan untuk memantau posisi throttle apakah terbuka sebagian, terbuka penuh atau tertutup. Sensor ini biasanya terletak pada poros kupu-kupu sehingga dapat langsung memantau posisi throttle. ECU (Engine Control Unit) dapat mengontrol posisi throttle.

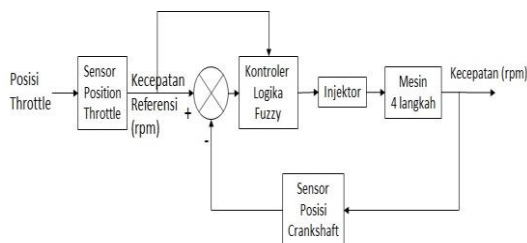
b) Sensor *Crankshaft Position* (CKP)

Sensor *Crankshaft Position* adalah perangkat elektronik yang digunakan dalam mesin pembakaran internal untuk memantau posisi atau kecepatan rotasi crankshaft. Informasi ini digunakan oleh sistem manajemen mesin untuk mengontrol waktu sistem pengapian dan parameter mesin lainnya.

Pada penelitian ini, hanya satu parameter mesin yang akan dikendalikan, yaitu durasi injeksi. Sehingga hanya ada satu aktuator saja yang akan digunakan, yaitu injektor. Injektor berfungsi menyemprotkan bensin menuju engine untuk dicampur dengan udara. Agar bensin mudah bercampur dengan udara maka bensin dikabutkan dengan halus sehingga mudah berubah menjadi uap. Injektor pada sistem injeksi bekerja secara elektromagnetik. Kerja injektor dikontrol oleh ECU dengan sinyal negatif. Lebar pulsa sinyal dari ECU akan menentukan jumlah bahan bakar yang terkandung, semakin panjang pulsa semakin banyak bensin terkandung.

3. Metode Penelitian

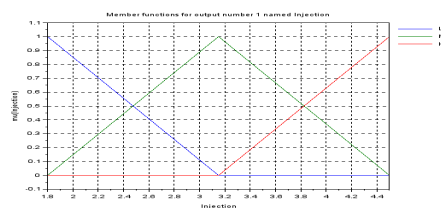
Gambar 2 adalah usulan skema kontrol kecepatan pada penelitian ini. Sensor posisi *throttle* mengkonversi posisi *throttle* menjadi kecepatan mesin (dalam rpm) yang diinginkan. Disisi lain, kecepatan actual dari mesin dapat dideteksi oleh

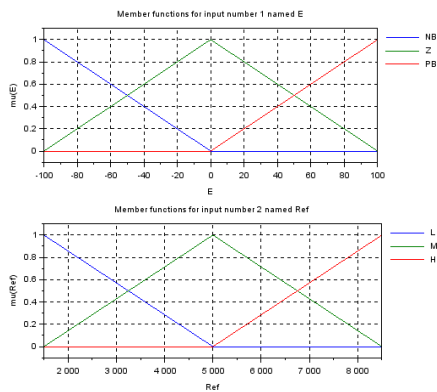


Gambar 2. Blok diagram sistem kontrol kecepatan engine

sensor posisi crankshaft. Selanjutnya akan dihitung selisih antara kecepatan referensi dan kecepatan actual *engine* (error kecepatan). Sinyal error dan kecepatan referensi akan menjadi masukan bagi kontroler logika fuzzy. Dari hasil proses inferensi fuzzy, akan dihasilkan sinyal kontrol yang akan memerintahkan injektor untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar pada durasi tertentu.

Langkah awal untuk mendesain kontroler logika fuzzy adalah mendefinisikan himpunan fuzzy input dan output. Untuk penyederhanaan, digunakan himpunan fuzzy input (error dan reference) dengan 3 membership function dan himpunan fuzzy output (sinyal injektor) juga dengan 3 membership function. Gambar 3 dan Gambar 4 menggambarkan himpunan fuzzy input dan output.

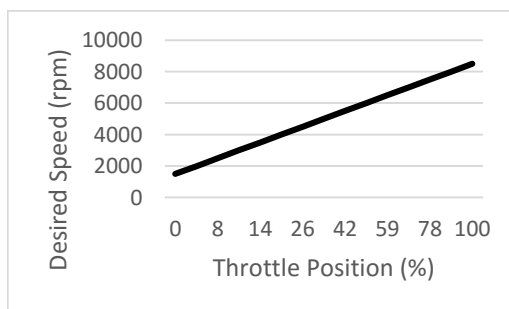




Gambar 3. himpunan Fuzzy Input (Error dan

4. Hasil Eksperimen dan Diskusi

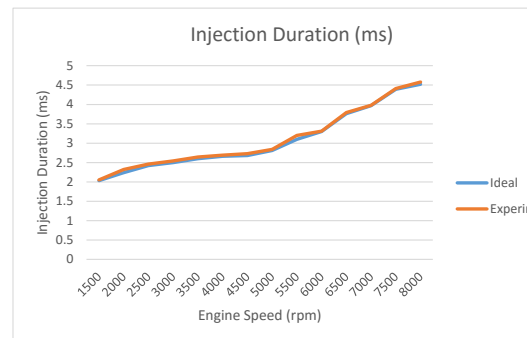
Eksperimen dilakukan pada mesin sepeda motor 4 langkah. Sepeda motor ini memiliki kapasitas mesin 108cc dan kekuatan maksimal 8,52 PS/8.500 rpm. Algoritma kontrol logika fuzzy ditanam pada suatu mikrokontroler ATmega32. Keluaran mikrokontroler adalah sinyal yang menggerakkan driver injector. Injektor akan aktif (menyemprotkan bahan bakar) ketika diberi sinyal LOW, dan sebaliknya akan tidak aktif ketika sinyal driver HIGH. Durasi injeksi diatur dengan mengatur durasi sinyal LOW dan HIGH. Gambar 5 menunjukkan hubungan antara kecepatan yang diinginkan dengan posisi throttle. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa kecepatan yang diinginkan adalah proporsional terhadap posisi throttle.



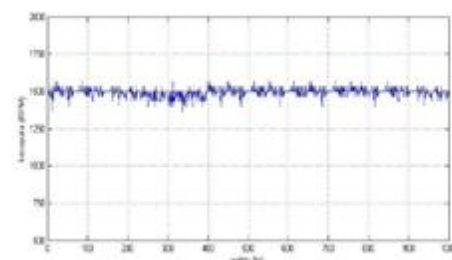
Gambar 5. Hubungan antara kecepatan yang diinginkan dan posisi throttle

Selanjutnya, tugas dari kontroler logika fuzzy adalah membangkitkan durasi injeksi yang bersesuaian dengan kecepatan mesin yang diinginkan. Gambar 6 menunjukkan hasil kontrol durasi injeksi

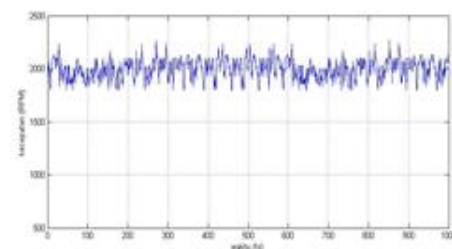
oleh kontroler logika fuzzy. Hasilnya adalah sangat mendekati kondisi ideal, dengan tingkat kesalahan 1.4%. Hasil pengendalian kecepatan engine pada kondisi posisi throttle 0% (setting kecepatan 1500 rpm) dan posisi throttle 5% (setting kecepatan 2000 rpm) ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil ini juga sangat mendekati kondisi ideal, dengan tingkat kesalahan sekitar 2%.



Gambar 6. Hasil eksperimen kontrol durasi injeksi



(a)



(b)

Gambar 7. Kecepatan Engine (a) posisi throttle 0% (b) posisi throttle 5%

5. Kesimpulan dan Saran

Pada penelitian ini telah berhasil dirancang suatu sistem pengendalian durasi injeksi dengan menggunakan kontrol logika fuzzy. Hasil eksperimen menunjukkan performa yang baik dengan tingkat kesalahan kurang dari 2% dibandingkan dengan

kondisi idealnya. Masih banyak factor lain selain durasi injeksi yang harus dikontrol pada suatu ECU. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk membentuk suatu ECU yang cerdas, yang mampu bekerja pada berbagai kondisi operasi.

Daftar Pustaka:

Lee, S. H., Howlett, R. J., & Walters, S. D. (2005). Engine fuel injection control using fuzzy logic. In Total Vehicle Technology: Finding the Radical,

Lee, S. H., Howlett, R. J., & Walters, S. D. (2005). Engine fuel injection control using fuzzy logic. In Total Vehicle Technology: Finding the Radical, Implementing the Practical (3rd International Conference) (Vol. 10, p. 287). John Wiley & Sons.

Weil, T. C., Selamat, H., & Alimin, A. J. (2010). Modeling and Control of an Engine Fuel Injection System. International Journal of Simulation Systems, Science & Technology, 11(5), 48–60.

Implementing the Practical (3rd International Conference) (Vol. 10, p. 287). John Wiley & Sons.

Weil, T. C., Selamat, H., & Alimin, A. J. (2010). Modeling and Control of an Engine Fuel Injection System. International Journal of Simulation Systems, Science & Technology, 11(5), 48–60.