

DUKUMEN PROTOTIPE TEKNOLOGI

PROTOTIPE ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR PADA *EFI ENGINE* DENGAN PENGENDALI *BRAKE CONTROL SYSTEM*



Lembaga Pembuat : Universitas Muhammadiyah Magelang
Bidang Prioritas : Teknologi Transportasi : Riset Pengembangan Teknologi
Engine Control Unit – ECU
Peneliti Utama : Suroto Munahar, ST.,MT.

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH AMGELANG
2016**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
ABSTRAK	2
A. Urgensi	3
B. Tujuan.....	4
C. Rencana Pengembangan	4
TEKNIS	5
A. Judul dan lembaga pembuat prototipe	5
B. Jenis prototipe	5
C. Fungsi dan performance	5
D. Proses pengujian yang telah dilakukan beserta hasil ujinya	5
DATA DUKUNG	9
A. Aplikasi Wiring Diagram Dalam Unit Kendaraan	9
B. Pengujian Skala Laboratorium	10
C. Intalasi Dalam Unit Kendaraan	11
D. Publikasi	11

ABSTRAK

Prototipe ini berhubungan dengan *Engine Control Unit – ECU* sebagai alat penghemat bahan bakar pada kendaraan *gasoline engine*. Alat ini bekerja dengan menggunakan metode pengurangan konsumsi bahan bakar yang masuk ke *engine* ketika terjadi proses pengereman. Sistem rem sebagai salah satu bagian dari kendaraan yang digunakan untuk memperlambat dan menghentikan kendaraan saat bergerak. Dalam kondisi sistem rem aktifkan, *engine* tidak berfungsi sebagai penggerak kendaraan tetapi hanya kondisi *standby*. *Engine* tidak membutuhkan daya untuk menggerakkan kendaraan, tetapi diperlukan daya untuk menghentikan kendaraan. Berdasarkan kondisi ini sistem pengereman dapat dijadikan sebagai penghemat bahan bakar untuk meningkatkan efisiensi kinerja *engine*.

Saat kendaraan dilakukan pengereman, bahan bakar yang diinjeksikan ke *engine* akan dikontrol oleh *ECU* yang dikendalikan oleh *brake control system*. Sistem *ECU* yang dirancang, bekerja secara paralel terhadap sistem *ECU* dari defaultnya kendaraan.

LATAR BELAKANG

A. Urgensi

Peningkatan efisiensi bahan bakar pada mesin pembakaran dalam menjadi permasalahan sangat fundamental. Untuk meningkatkan efisiensi ada beberapa metode yang ditempuh. Metode pertama dengan mengatur *AFR* pada mesin untuk pencapaian pembakaran optimal (sesuai *stoichiometry*) pada posisi *AFR* sekitar 14,67 serta metode ini telah dilakukan (Ebrahimi B. dkk,2012). Peneliti ini melakukan pengontrolan *AFR* pada *spark ignition engine* dengan menggunakan *compensatorclosed loop system* dengan variasi *time delayfilter PID* telah mampu mengendalikan *AFR* sehingga efisiensi bahan bakar dapat ditingkatkan. Penelitian peningkatan efisiensi bahan bakar dengan kontrol *AFR* dapat juga dilakukan dengan optimalisasi algoritma genetik (Zhao J. dan Xu M., 2013). Perkembangan sistem kontrol *AFR* mengalami kemajuan cukup pesat, diantaranya pengembangan *adaptive Radial Basis Function (RBF)neural network*(Wang S.W. dkk,2006).Peneliti ini melakukan training menggunakan metode *recursive least squares* untuk pendekatan modeling *AFR dynamic* pada *SI engine*.

Pengawasan kontrol *AFR* (Efimo V.D. dkk,2014)dikembangkan dengan pendekatan sistem model off line menggunakan data experimental untuk menyelesaikan permasalahan stabilitas kontrol *AFR* dalam spark engine. Adaptive FeedForward Controller (AFFC) dan Adaptive Posicast Controller (APC)(Yildiz Y. dkk, 2010) diperkenalkan menjadi sebuah kontrol *AFR*. *Adaptive FeedForward Controller (AFFC)* digunakan mensimulasikan kemampuan tracking, sedangkan *Adaptive Posicast Controller (APC)* digunakan mengontrol permasalahan *AFR*. Hasil eksperimen *Adaptive Posicast Controller (APC)* menunjukkan hasil baik dalam menangani control *AFR* dalam *spark ignition engine*.

Metode kedua dengan pengontrolan *Spark Advance– SA* dengan *Artificial Neural Network- ANN*(Togun N.K. dan Baysec S., 2010a). Peneliti ini melakukan prediksi terhadap torsi mesin dan pengereman konsumsi bahan bakar bensin secara spesifik dengan pengajuan pengapian dengan *ANN*. Selanjutnya peningkatan efisiensi bahan bakar dengan pengontrolan *SA* dengan *Algoritma Genetik - GA* (Togun N.K.& Baysec S., 2010 b).Penelitian ini mengembangkan formulasi kuat dengan *GA* dalam meningkatkan efisiensi bahan bakar bensin dengan pengajuan pengapian.

Metode ketiga dengan pengembangan kontrol *hybrid* (Kheir N. dkk, 2004). Peneliti ini menerapkan *Fuzzy Logic Controller- FLC* untuk meminimalkan ekonomi bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang pada kendaraan *hybrid*. Hasil aplikasi *FLC* dengan 44 rules mampu meningkatkan efisiensi bahan bakar dan menurunkan emisi NOX dengan penyetelan *trade off hybrid*.

Dari berbagai metode yang pernah diaplikasikan Teknologi AFR masih relevan karena memiliki cost kecil, dapat diaplikasikan secara luas. Namun demikian, Teknologi AFR saat ini masih memiliki permasalahan, diantaranya teknologi yang ada dikuasai oleh negara – negara maju di luar negeri dan bersifat *black box*. Proses pengaturan AFR sebagian besar dalam ruang lingkup *internal engine* belum mengintegrasikan dengan sistem *eksternal engine*. Melihat permasalahan di atas perlu diadakan penelitian untuk pengembangan iptek yang dapat mengembangkan teknologi pengaturan AFR dengan mengintegrasikan *eksternal sistem engine* diantaranya dengan aplikasi *brake control system*

B. Tujuan

Tujuan pengembangan prototipe ini untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar pada kendaraan dengan *EFI engine* dengan pengendali *brake control system*.

C. Rencana Pengembangan

Prototipe ini sudah diaplikasikan pada kendaraan nyata dan sudah diuji dalam skala laboratorium. Kedepan, akan dikembangkan pada kendaraan secara lebih luas, khususnya kendaraan dengan *EFI engine* baik tipe *gasoline engine* atau *common rail diesel system*.

TEKNIS

A. Judul dan lembaga pembuat prototipe

Judul : PROTOTIPE ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR
PADA *EFI ENGINE* DENGAN PENGENDALI
BRAKE CONTROL SYSTEM

Lembaga Pembuat : Universitas Muhammadiyah Magelang

B. Jenis prototipe

Prototipe yang dikembangkan ini telah diuji skala laboratorium dan lingkungan sesungguhnya.

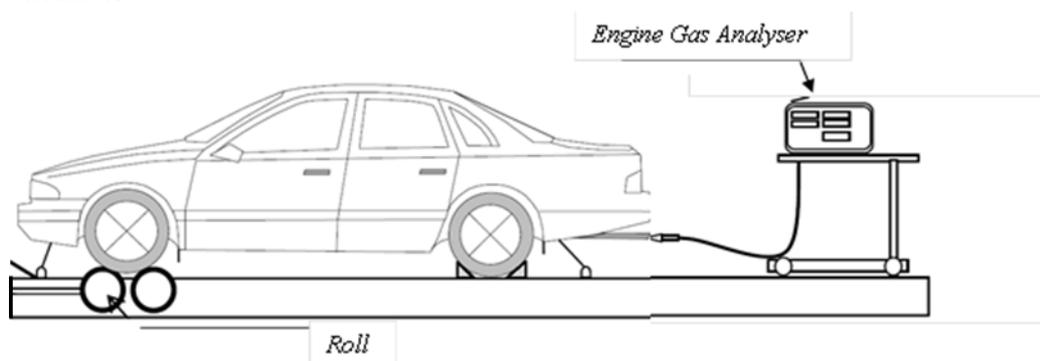
C. Fungsi dan performance

Kondisi kendaraan berhenti dan berjalan dengan posisi transmisi *speed gear 1* baik kondisi jalan mendatar, membelok dan menurun baik dengan *brake control system* maupun tanpa *brake control system* nilai *AFR* tidak mengalami perbedaan. Hal ini menunjukkan sistem *economizer* pada daerah ini tidak berfungsi. Saat kendaraan berjalan di jalan mendatar, membelok, menurun dan menanjak pada posisi transmisi *speed gear* lebih dari 1 terjadi kenaikan nilai *AFR*. *Economizer* pada daerah ini menunjukkan bekerja secara bertahap, pada putaran 2000 RPM nilai *AFR* dapat mencapai 22, sedangkan ketika putaran melebihi 2500 RPM nilai *AFR* mengalami kenaikan sangat besar atau suplai bahan bakar terhenti secara keseluruhan. Pada kondisi ini efisiensi bahan bakar paling tinggi.

D. Proses pengujian yang telah dilakukan beserta hasil ujinya

1. Set up Pengujian

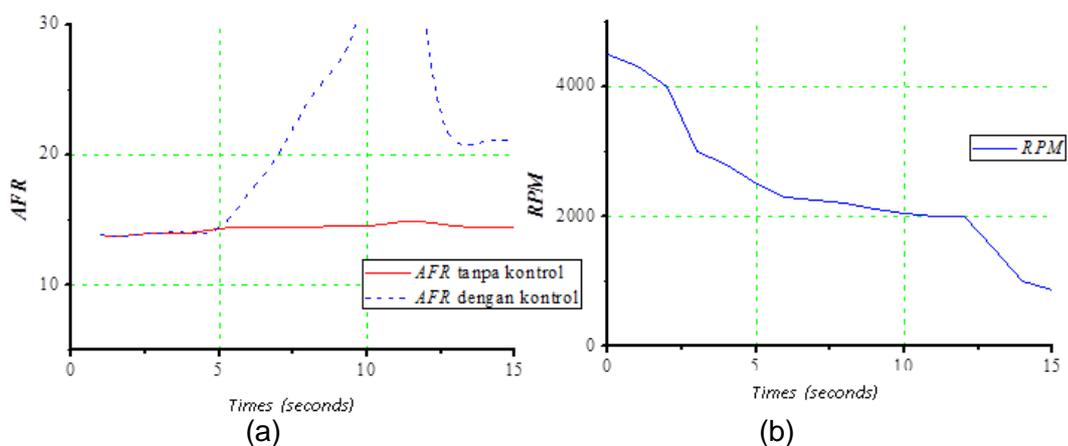
Proses pengujian *ECU* menggunakan *Engine Gas Analyser* untuk mengukur *AFR* pada gas buang hasil pembakaran yang dipasangkan pada muffler.



Gambar 1. Pengujian *ECU* dengan pengendali *brake control system*.

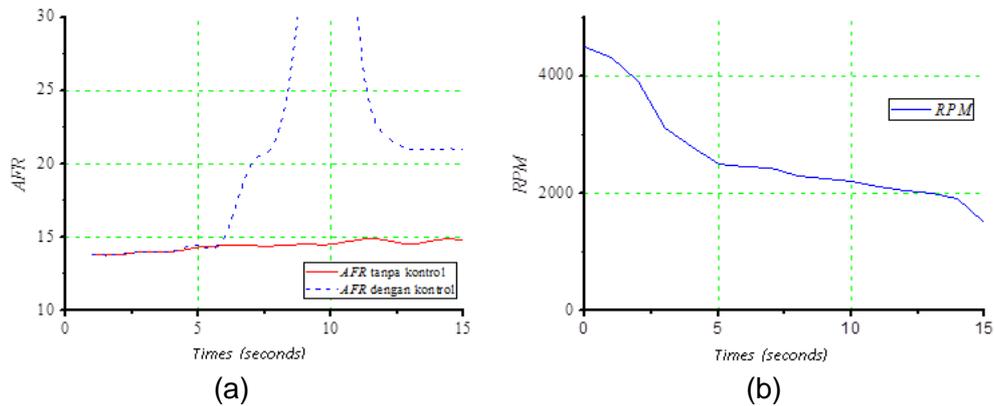
2. Hasil Pengujian Air to Fuel Ratio (AFR)

Data AFR saat kendaraan dilakukan pengereman dengan posisi transmisi speed gear 2, dari kondisi ini diperoleh beberapa keterangan, diantaranya nilai AFR terbaca pada periode detik ke 5. Periode mendekati ke 10 detik 10 sistem menunjukkan kondisi *steady state*, sedangkan pada periode ke 10 detik lebih sistem sudah berjalan normal. Ketika kendaraan dilakukan pengereman ke 5 detik kemudian terlihat kenaikan nilai AFR nya. Grafik dalam Gambar 2 menunjukkan *brake control system* ketika dilakukan pengereman sudah memperlihatkan pengaruhnya pada nilai AFR.



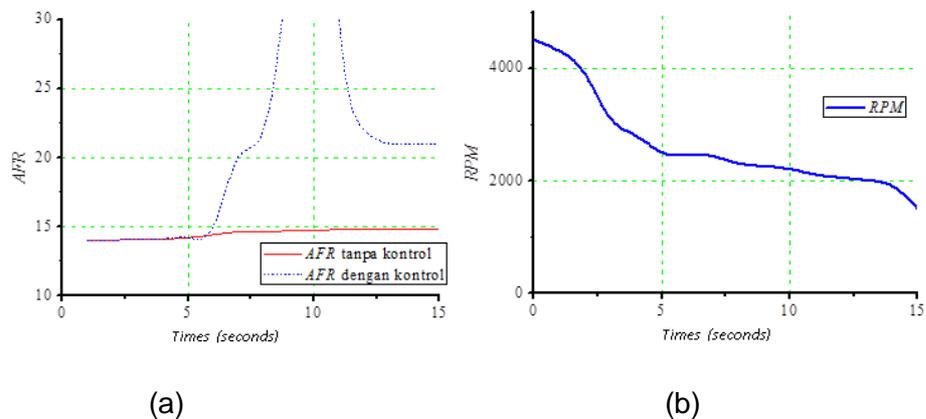
Gambar 2. Data AFR putaran tinggi saat transmisi posisi *speed gear 2* (a) dan Data putaran *engine* tinggi pada jalan mendatar (b) .

Data AFR saat kendaraan dilakukan pengereman dengan posisi transmisi *speed gear 3*. Kondisi trend data AFR pada posisi ini agak berbeda pada trend data AFR dengan posisi transmisi *speed gear 2*. *Brake control system* ketika aktif memperlihatkan pengaruhnya pada nilai AFR atau campuran bahan bakar dengan udara mengalami penurunan. Putaran 2500 RPM nilai AFR mencapai batas campuran kurus maksimal, sedangkan pada putaran 3000 sampai 4500 RPM nilai AFR dapat mencapai nilai sangat besar atau bahan bakar yang diinjeksikan ke intake manifold dihentikan secara keseluruhan. Gambar 3.a menampilkan bentuk grafik AFR terlihat lebih tegak, sedangkan Gambar 3.b bentuk grafik putaran mesin saat dilakukan proses pengereman.



Gambar 3. Data *AFR* putaran tinggi saat transmisi posisi *speed gear 3* (a) dan Data putaran *engine* tinggi pada jalan mendatar (b) .

Gambar 4.a menampilkan data putaran engine menengah saat dilakukan pengereman. Trend data grafik *AFR* mempresentasikan putaran engine turun secara perlahan. Kendaraan dilakukan pengereman saat transmisi beroperasi *speed gear 4*. *Engine* turun secara lambat, hal ini disebabkan kelembaman masa bodi besar, massa ini dapat menggerakkan engine tanpa bantuan energi dari luar. Data *AFR* mencapai nilai sangat besar ketika engine berputar diperiode kurang lebih 8 detik terlihat pada Gambar 4.b. Kenaikan nilai *AFR* sangat besar menggambarkan bahwa efisiensi bahan sangat baik. Bahan bakar yang masuk ke *engine* melalui *injector* dihentikan secara keseluruhan.



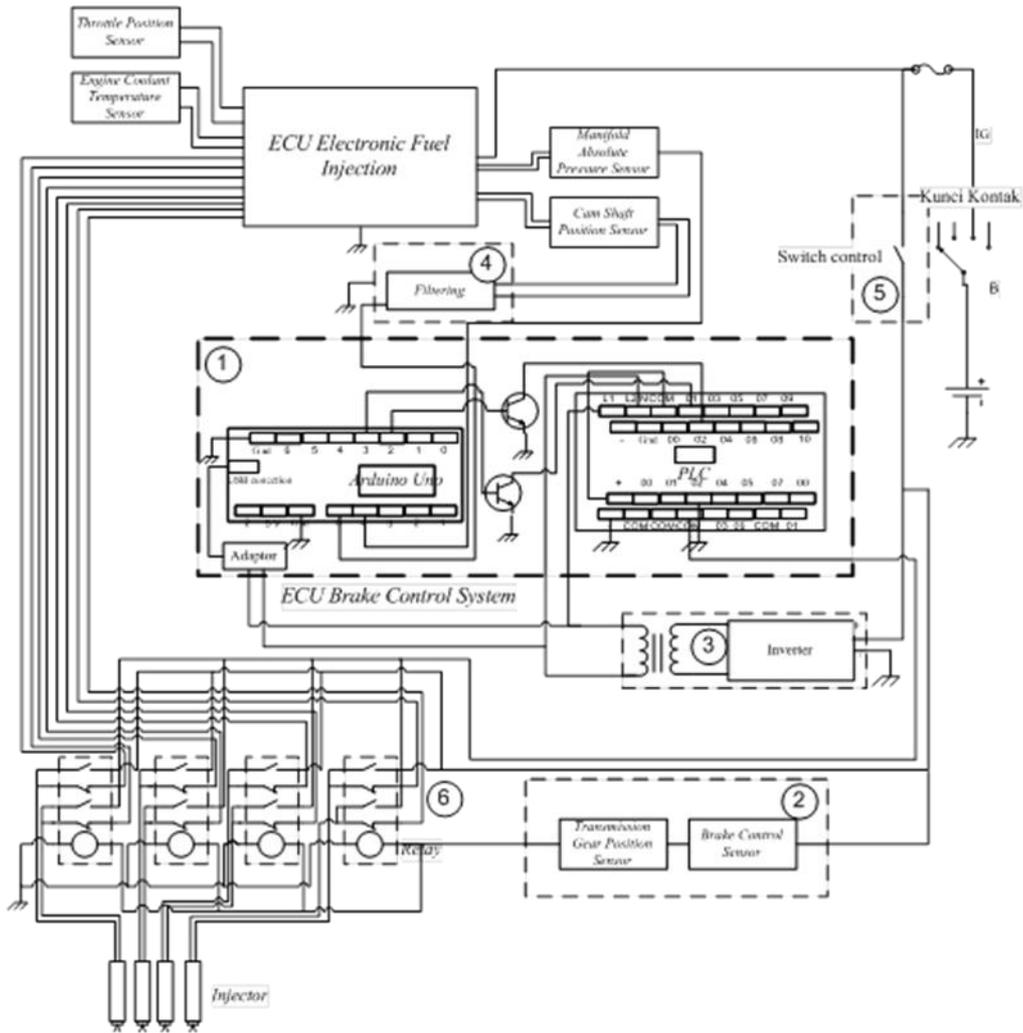
Gambar 4. Data *AFR* putaran tinggi saat transmisi posisi *speed gear 4* (a) dan Data putaran *engine* tinggi pada jalan mendatar (b) .

3. Proses Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Ketiga proses pengukuran konsumsi bahan bakar. Proses ini dilakukan saat kendaraan berjalan dengan menempuh jarak tempuh 50,7 km. Ketika proses pengukuran secara nyata sistem kontrol yang telah dikembangkan mampu menurunkan konsumsi bahan bakar dari 6 liter menjadi 4 liter. Peningkatan efisiensi bahan bakar sebesar kurang lebih 33,3 %. Dengan demikian penelitian ini dengan rancangan dan implementasi sistem *AFR* dan brake control system telah berhasil meningkatkan efisiensi kendaraan sebesar kurang lebih 33,3 % pada saat kendaraan dilakukan pengereman. Sistem kontrol yang dikembangkan sesuai untuk kendaraan ketika kendaraan beroperasi di jalan perkotaan, pedesaan, daerah lalu lintas padat sehingga pengemudi sering melakukan aktivitas pengereman.

DATA DUKUNG

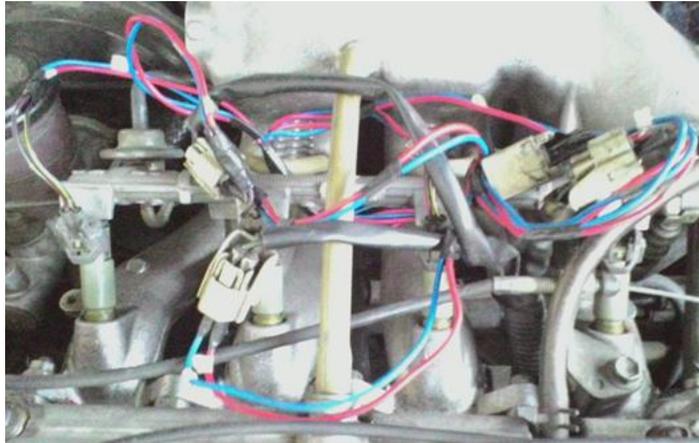
A. Aplikasi Wiring Diagram Dalam Unit Kendaraan



B. Pengujian Skala Laboratorium



C. Intalasi Dalam Unit Kendaraan



D. Publikasi

1. International Conference

Judul : Smart Controller Design of Air to Fuel Ratio (AFR) and Brake Control System on Gasoline Engine
Published In : 2015 2nd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)
Publisher : IEEE *Xplore*
DOI : [10.1109/ICITACEE.2015.7437805](https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2015.7437805)
Index : Scopus