

Rancang Bangun Sistem *Automatic Semi Returnless* Berbasis Arduino Uno pada *Engine Caterpillar C27* Studi Kasus PT. Sapta Indra Sejati

Sulis Widi Achmad Sukisno¹, Joko Suparno², Dimas Ardiansyah Halim³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknik Wacana Manunggal Semarang

Email: 1wdoekisno@gmail.com, 2jkspn1@gmail.com, 3dimasardiansyah@atwm.ac.id

ABSTRAK

Unit pompa dengan mesin Caterpillar C27 bersistem bahan bakar EUI (*electronic Unit Injector*) sering *low power* akibat *filter clogging* pada PT. Sapta Indra Sejati (SIS). *Filter clogging* terjadi disebabkan kandungan *biofuel* yang mengental dan menimbulkan kerak. Jika mesin bermasalah maka proses penambangan bisa terganggu karena area muat batu bara tergenang air. Penelitian ini bertujuan membuat sistem tambahan berupa *automatic semi returnless* dimana jalur *return* bahan bakar dirubah secara otomatis masuk ke filter karena *fuel return* keadaanya bersih. Pergerakan *control valve* pengubah arah *return* diatur mikrokontroler yang di program sesuai spesifikasi dan kebutuhan. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno dengan sensor tekanan dan temperatur. Arduino Uno diprogram ketika mesin akan mengalami *low power* dengan tekanan bahan bakar 400 kPa maka jalur kembali dirubah menjadi *semi returnless*. Dengan perubahan jalur *semi returnless* maka tekanan menjadi stabil pada 380 kPa dan RPM *engine* stabil dengan *power* yang masih terjaga. Kelebihan sistem *semi returnless* yaitu biaya penggantian filter bisa berkurang dan waktu produksi tidak terganggu.

Kata kunci: *biofuel, EUI fuel system, low power, semi returnless, arduino uno.*

ABSTRACT

Pump units with a Caterpillar C27 engine with an EUI (Electronic Unit Injector) fuel system that often has low power due to filter clogging at PT. Sapta Indra Sejati. Filter clogging occurs due to the thickened biofuel content and creates a crust. If the machine has a problem, the mining process can be disrupted because the coal loading area is flooded. This study aims to create an additional system in the form of a automatic semi-returnless where the fuel return line is changed automatically into the filter because the fuel return is clean. The movement of the return control valve is regulated by a microcontroller which is programmed according to specifications and needs. The microcontroller used is Arduino Uno with pressure and temperature sensors. Arduino Uno is programmed when the engine will experience low power with a fuel pressure of 400 kPa then the return path is changed to semi returnless. With a change in the semi returnless path, the pressure becomes stable at 380 kPa and the engine RPM is stable with power that is still maintained. The advantages of semi-returnless system are that filter replacement costs can be reduced and production time is not interrupted.

Keywords: *biofuel, EUI fuel system, low power, semi returnless, arduino uno*

1. Pendahuluan

Mesin bakar Diesel saat ini ada kewajiban penggunaan campuran biofuel B30 untuk kendaraan, sebagaimana sudah di atur dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 tahun 2015 tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) artinya pencampuran 30% Biodiesel (minyak nabati) dengan 70% bahan bakar minyak jenis solar [1][2][3]. Tetapi kondisi di lapangan Biofuel memiliki kekurangan, seperti yang dilansir dari berita “Mengganti saringan bahan bakar lebih cepat, risiko kerusakan injektor, dan kemungkinan lebih sering menguras tangki bahan bakar, merupakan sebagian risiko yang harus ditanggung konsumen bila menggunakan B30”[4]. Kandungan CPO (minyak kelapa sawit) memiliki kadar air dan asam yang mudah mengental dan menjadi kerak sehingga proses *filter clogging* pada *filter* lebih cepat [5][6][7].

Dampak negatif pun juga dirasakan oleh PT. Sapta Indra Sejati salah satunya pada unit pompa. PT Sapta Indra Sejati sendiri merupakan kontraktor batubara di area kerja PT Adaro Indonesia. Mesin pada unit pompa yang dimiliki sering mengalami hilang tenaga atau *Low Power* akibat saringan bahan bakar yang cepat buntu. Tak sedikit yang mengalami hal serupa terutama unit yang sudah lebih dari 7 tahun. Akibatnya ketika pompa rusak (*Breakdown*) secara tiba-tiba maka proses pengeringan air di tambang akan terganggu sehingga menghambat proses produksi batubara.

Berbagai langkah preventif sudah dilakukan untuk mengantisipasinya antara lain melakukan periodical service, penambahan tangki bahan bakar tambahan, penambahan saringan bahan bakar dan pembuatan lubang tangki untuk mempermudah pengurasan. Tetapi kerusakan masih bisa muncul. Hal ini mendorong penulis untuk meneliti lebih lanjut tentang alternatif metode lain yang bisa membantu mengatasi masalah *low power* dengan langkah yang mungkin sederhana dan cepat direalisasikan.

Perkembangan ilmu tentang mikrokontroler yang dapat mengatur luaran (*output*) berdasarkan input sensor sudah banyak dikemukakan. Suparno, 2018 menggunakan sistem *inverter* untuk mengatur kecepatan putaran motor dalam penelitiannya. Sistem inverter dapat

mengatur keluaran pulse width modulator (PWM) sehingga dapat mengubah besaran voltase yang diberikan kepada motor listrik [8][9]. Penelitian Pasaribu, 2018 bertujuan untuk membuat sistem kontrol buka tutup *valve* pada proses pemanasan air jaket. Penggunaan mikrokontroler Arduino Uno sebagai rangkaian pemroses data input dan menghasilkan *output valve* yang dapat dikendalikan. Sensor yang digunakan yaitu sensor suhu LM35 sebagai penangkap data input [10]. Penelitian Saputra, 2020 menggunakan sensor ultrasonik dengan basis mikrokontroler Arduino Uno. Dari penelitian tersebut data dari sensor ditangkap oleh receiver kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk menghasilkan luaran berupa kontrol kecepatan [11]. Arifin melakukan penelitian analisis sistem kendali dua posisi pada solenoid valve untuk produk biogas. Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh bakteri pengurai bahan organik. Gas metana yang dihasilkan memiliki prosentase yang cukup tinggi. Penggunaan sensor jarak HCSR-04 mampu membaca jarak dengan ketelitian 5,8% dan kendali *On-Off* mempunyai respon sebesar 0,25 detik [12].

Berdasarkan sumber referensi dari peneliti pendahulu tentang penggunaan mikrokontroler Arduino Uno, sensor tekanan dan temperatur serta katup kontrol maka penelitian ini bertujuan untuk mengatasi low power yang terjadi pada mesin CATERPILLAR C27 dengan memanfaatkan Arduino Uno sebagai penggerak katup kontrol menggunakan sistem semi-returnless.

2. Metodologi Penelitian

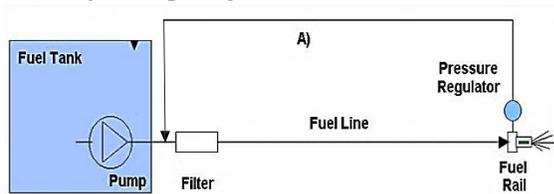
Engine CAT C27 menggunakan bahan bakar diesel. *Engine* C-27 memiliki power sebesar 597 BKW / 800 BHP @ 2100 Rpm. C berarti C series dan 27 berarti *Total Displacement* 27 liter, maka dapat diketahui bahwa besarnya *displacement* untuk setiap *cylinder* adalah 2,25 liter dengan menggunakan sistem elektrik sebagai pengontrol dari pengaturan bahan bakar yang diinjeksikan. Desain tangki bahan bakar berbentuk balok dengan ukuran 500cm x 200cm x 40cm dengan kapasitas 4.000 liter dan berfungsi sebagai *base mounting Engine* CAT C27. Desain di dalam tangki terdapat sekat-sekat agar kuat menyangga beban di atasnya. Bagian dalam tangki terbentuk 18 ruangan.



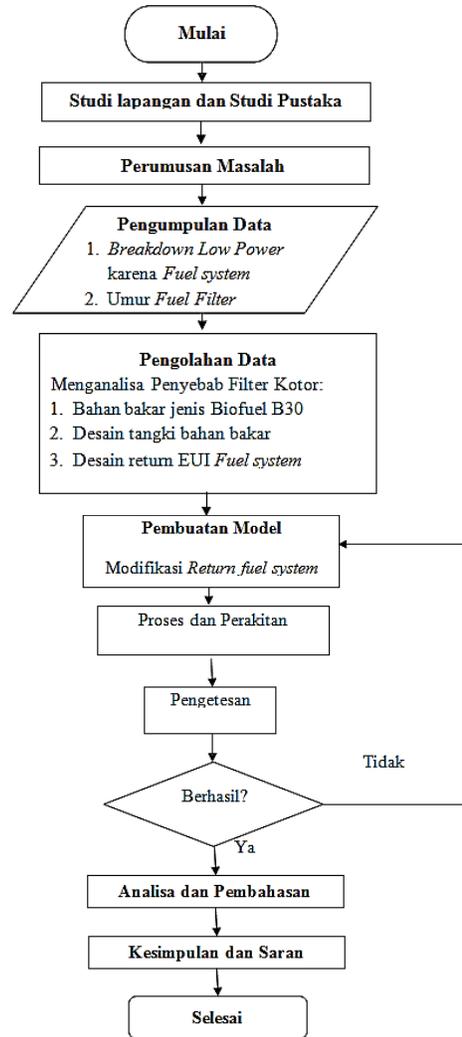
Gambar 1. Engine CAT C27[13]

Sistem bahan bakar EUI pada mesin CAT 27 memiliki jenis sistem balik atau *return* yaitu bahan bakar kembali ke tangki bahan bakar setelah melewati komponen mesin. Bahan bakar yang tidak terbakar akan langsung dikembalikan pada tangki penyimpanan bahan bakar.

Di lain pihak, sistem *returnless* merupakan sistem yang tidak memiliki aliran bahan bakar kembali ke tangki penyimpanan. Bahan bakar yang tidak terbakar tidak kembali ke tangki penyimpanan. Sistem ini biasa dikenal dengan EFI sistem. Rancangan sistem *semi returnless* memiliki prinsip mengembalikan bahan bakar langsung ke filter, tidak melalui tangki penyimpanan. Skema sistem *semi-returnless* ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skema sistem *semi-returnless*

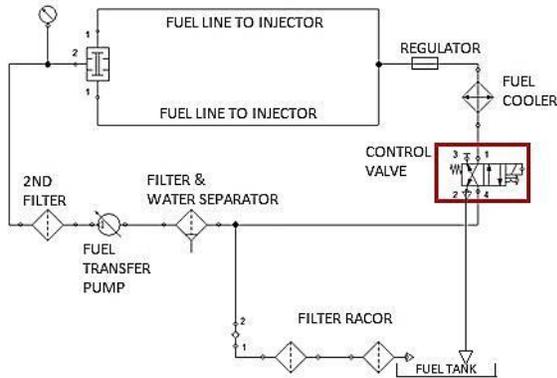


Gambar 3. Flowchart penelitian

Gambar 3 merupakan *flowchart* penelitian meliputi metode rancang bangun yang dilakukan. Dimulai dengan pengumpulan data penyebab terjadinya *breakdown low power* dan umur *fuel filter*. Dilanjutkan pengolahan data analisa penyebab filter kotor meliputi bahan bakar jenis Biofuel B30 yang cenderung menghasilkan endapan, desain tangki bahan bakar yang bersekat-sekat menyulitkan dalam proses pembersihan dan desain *return EUI fuel system*. Pembuatan model modifikasi sistem *semi-returnless* dengan merakit komponen mikrokontroler Arduino Uno dengan *power supply*, sensor tekanan dan temperatur, serta LCD *Display*. Setelah pembuatan model selesai, dilakukan langkah pengetesan komponen Arduino Uno untuk melakukan buka tutup katup kontrol.

3. Hasil dan Pembahasan

Perubahan sistem return menjadi *Automatic semi-returnless* menjadikan susunan jalur masukan bahan bakar EUI berubah dengan ditambahkan *control valve*. Perubahan tersebut dapat ditunjukkan skema pada gambar 4.



Gambar 4. Skema sistem *automatic semi-returnless*

Ada 3 bagian utama yang saling berhubungan, yaitu Input, Main controller dan Output. Arduino Uno sebagai main controller mendapat 2 informasi input sensor terdiri dari sensor tekanan dan sensor suhu. Data input akan diolah sesuai program dengan analogi yang sudah dibuat untuk mengendalikan output yaitu berupa komponen *control valve*. Informasi kondisi sistem akan ditampilkan pada LCD.

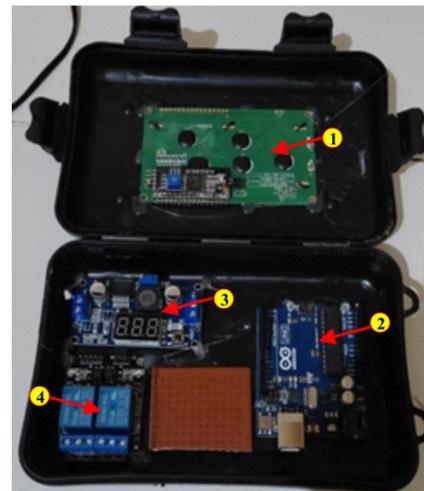
Posisi control valve yang di kontrol oleh Arduino bertujuan untuk memindahkan jalur *return fuel* dari *Return* ke *Returnless* ataupun sebaliknya. Jadi pada kondisi tertentu ($Pressure > 400\text{kPa}$) *Fuel* akan di alirkan ke tangki bahan bakar namun pada kondisi lain ($Pressure < 400\text{kPa}$) mendekati *Low Power*, *Fuel* akan diarahkan masuk lagi ke *fuel system* (tidak ke tangki). Maka sistem bahan bakar akan mendapat asupan *Fuel* bersih karena *Fuel* pada return sudah melewati saringan bahan bakar.

Apabila suhu bahan bakar mulai naik lebih dari 65°C , maka *control valve* akan diperintah Arduino untuk mengarahkan *Fuel* ke tangki agar sistem bahan bakar mendapat asupan bahan bakar suhu rendah. Jadi bisa dikatakan parameter temperatur bahan bakar sebagai pengaman mesin dari *High fuel temperature*. Seluruh proses direkam oleh sensor dan ditampilkan pada *display controller* pada gambar 5.



Gambar 5. *Display Controller*

Komponen dirakit meliputi *Power Supply*, blok PCB untuk penghubung I/O, potensiometer, Arduino Uno, *Relay Output* dan LCD sebagai penampil informasi. Alasan penggunaan *Power Supply module type stepdown* karena tegangan kerja pada kontroler 5VDC sementara tegangan yang tersedia dari sistem *electric Engine* adalah 24 s/d 27 VDC maka diperlukan stepdown module. Rangkaian ditunjukkan pada gambar 6.



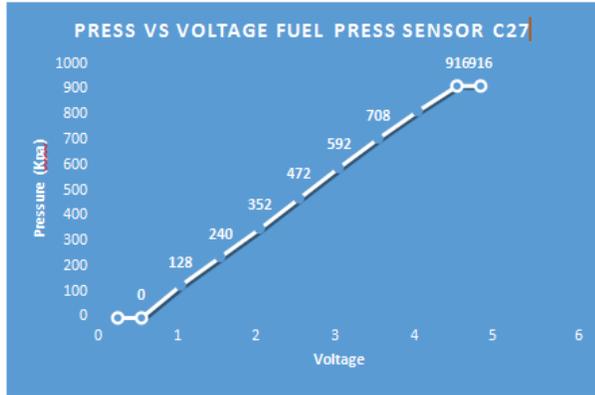
- Keterangan :
1. LCD Display
 2. Arduino Uno
 3. Power Supply
 4. Relay Output Module

Gambar 6. Penataan Komponen Arduino Uno

Skema pemasangan komponen Arduino Uno dengan sensor tekanan dan temperatur memiliki kesamaan dengan penelitian Saputra, 2020. Hal ini dikarenakan input yang ada pada Arduino Uno telah ditentukan oleh pembuat mikrokontroler. Sistem buka tutup *control valve* dengan menggunakan Arduino uno dan sensor memiliki trend yang sama dengan penelitian Pasaribu, 2018.

Data sheet dari *Fuel Pressure sensor* diperoleh dengan melakukan pengukuran sendiri menggunakan potensiometer. Karena sifat *Fuel Pressure sensor* akan merubah nilai resistansi ketika ada perubahan nilai tekanan yang mengenai bidang membrane sensor tersebut. Hasil

pengukuran *fuel pressure sensor* ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil pengukuran fuel pressure sensor Perbandingan nilai tekanan (*pressure*) dan tegangan (*Voltage*) akan dijadikan acuan utama dalam parameter pemrograman yang menggunakan aplikasi IDE Arduino ditunjukkan pada gambar 8.

```

fix_program

void loop() {
  pressureValue = analogRead(pressureInput); //reads value from input pin and assigns to variabel
  int P = ((pressureValue-pressureZero)*pressuretransducermaxKPA)/(pressureMax-pressureZero);

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("FP=");
  lcd.print(P);
  lcd.print("kPa");

  int fuel= analogRead(0);
  float V1 = fuel * (5.00/1023.00);

  T=therp.readCelsius();
  lcd.setCursor(12, 0);
  lcd.print("FT=");
  lcd.print(T);
  lcd.write(byte(0));
  lcd.print("C ");

  if((P<400) && (T<62)){ // Press <400 kpa sbg setting press dan T <62
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("valve ON ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(3,2);
    lcd.print("Semi Returnless");
    digitalWrite(relay1,LOW);
  }
}
    
```

Gambar 8. Program Arduino Uno pada IDE software

Output yang dihasilkan oleh pemrograman Arduino Uno ditampilkan pada tabel 1 dengan membandingkan antara sistem return dan semi-returnless.

Tabel 1. Perbandingan sisten *Return* dan *semi-returnless*

| Kondisi | Return Type | Auto Semi-Returnless Type |
|--|--|---|
| $Pressure \geq 400 \text{ kPa}$ | Pressure sesuai Fuel Pressure System | Pressure sesuai Fuel Pressure System |
| $Pressure \leq 400 \text{ kPa}$ | <ul style="list-style-type: none"> Pressure akan turun berkelanjutan hingga 215 kPa. <i>rpm Engine</i> mulai tidak stabil. Low Power terjadi. | <ul style="list-style-type: none"> Setelah <i>pressure</i> turun di 400 kPa, cenderung bertahan di angka tersebut. <i>Pressure</i> turun di 380 kPa secara perlahan. <i>rpm</i> masih stabil dengan <i>power</i> yang masih terjaga. |
| $Temp. \geq 65 \text{ }^\circ\text{C}$ | <i>Control Valve</i> mengarahkan Fuel Kembali ke tanki pada semua kondisi $Pressure \geq \text{OR} \leq 400 \text{ kPa}$. | |

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan data *low power* dan rancangan model berupa *automatic semi returnless* dapat diambil kesimpulan bahwa *Low power* akibat sistem bahan bakar terjadi ketika tekanan bahan bakar dibawah 390 kPa akibat penggunaan bahan bakar B30 yang mengendap lama.

Sistem tambahan berupa *automatic semi-returnless* berbasis mikrokontroler mengarahkan *fuel return* menuju ke sistem bahan bakar tanpa melewati tangki bahan bakar, membuat asupan sistem bahan bakar berupa *fuel* bersih. Dengan rancang model yang dibuat, maka *low power* bisa tertunda karena peurunan *fuel pressure* tidak berkelanjutan maka akan terhindar dari ketidakstabilan *rpm* dan *shutdown* sehingga tidak mempengaruhi waktu produksi dan terjaganya performa mesin.

Daftar Pustaka

- [1] M. Syahrir and Sungkono, "Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodisel (B30) Dan Dexlite terhadap Kinerja Mesin Diesel," *J. Teknol.*, vol. 22, no. 1, pp. 19–28, 2021.
- [2] ESDM, "PERATURAN MENTERI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA Tentang perubahan ketiga Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain," Jakarta, 2015.
- [3] EBTKE, "Pahami Istilah B20, B30, B100, BNN dalam Bioenergi," 2019. .
- [4] F. Ardani, "Bongkar Dampak Biodiesel B20, Risiko Ditanggung Konsumen," 2018. .
- [5] B. Putra, "Tips Meminimalisir Filter Solar Mampet karena Pakai Bahan Bakar B30," 2020.
- [6] Y. Kusumawardani and W. Astuti, "Efektivitas Penambahan Media Geotekstil Pada Saringan Pasir Lambat Terhadap Penyisihan Parameter Kekeruhan Jumlah COLI dan COD," *J. Teknosains*, vol. 8, no. 2, pp. 114–121, 2019.
- [7] F. Karuana *et al.*, "Pengaruh Penggunaan Campuran Biodiesel (B30) Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada kendaraan di Atas 3,5 Ton," in *RAPI XIX*, 2020, pp. 56–62.
- [8] J. Suparno, D. A. Halim, J. Junaidi, A. Setiawan, M. Effendy, and J. Jamari, "Graphite as Dry Lubricant to Reduce Rail Wheels Wear Level," *Mater. Sci. Forum*, vol. 961, pp. 126–133, 2019, doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.961.126.
- [9] J. Junaidi, J. Suparno, D. A. Halim, M. Effendy, and J. Jamari, "Improvement of wear resistant of railway wheel by using graphite in various speeds based on disc-on-disc contact system Improvement of Wear Resistant of Railway Wheel by Using Graphite in Various Speeds based on Disc-on-Disc Contact System," *AIP Conf. Proc.*, vol. 040005, no. June, pp. 1–9, 2019.
- [10] F. R. Pasaribu and Zulfikar, "Sistem Kontrol Buka Tutup Valve Pada Proses Pemanasan Air Jaket," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi)*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2018, doi: 10.31289/jesce.v1i2.1759.
- [11] D. A. Saputra, B. Handaga, M. Effendy, and D. A. Halim, "Simulasi Pemograman Pengendali PWM Kecepatan dengan Mikrokontroler Arduino berbasis Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Purwarupa Mobil Listrik," *Accurate*, vol. 1, no. 2, pp. 19–25, 2020, doi: 10.35970/accurate.v1i2.328.
- [12] I. Arifin, S. Baqaruzi, and R. Zoro, "Analisis Sistem Kendali Dua Posisi Pada Solenoid Valve Untuk Produk Biogas Control and Monitoring (Common-Bigot) From Animal Waste," *Injunct. (Indonesian J. Mech. Eng. Vocat.)*, vol. 1, no. 2, pp. 47–57, 2021.
- [13] Caterpillar, "Product Specifications for C27," 2021.