

Perancangan Kontrol masukan bahan bakar pada Sistem Peralatan Konversi Bahan Bakar Gas pada Motor Diesel (Dual fuel)

Kristian Ismail
Pusat Penelitian Tenaga
Listrik dan Mekatronik-
LIPI
kris005@lipi.go.id

Widodo Budi S.
Pusat Penelitian Tenaga
Listrik dan Mekatronik-
LIPI
widodo.budi@lipi.go.id

Arifin Nur
Pusat Penelitian Tenaga
Listrik dan Mekatronik-
LIPI
arifin.nur@lipi.go.id

Abstrak

Pengembangan sumber-sumber energi alternatif dalam rangka mengurangi ketergantungan pada satu sumber energi serta penggunaan sumber energi yang ramah lingkungan telah menjadi agenda penting dalam kaitannya dengan kebijakan energi nasional. Salah satu komponen penelitian tentang peralatan konversi bahan bakar yaitu penelitian sistem pengontrol masukan bahan bakar diesel (diesel modul). Pada tulisan ini akan dibahas bagaimana merancang sistem kontrol masukan bahan bakar dual fuel dengan menggunakan sebuah *central processing* dan *real time monitoring* dibantu dengan *module interface* yang bertujuan agar hasil akhirnya memiliki kemudahan dalam penggunaan (*user friendly*).

Kata kunci: diesel, dual fuel, kontroler, module diesel, ramah lingkungan

1. Pendahuluan

Untuk bisa beroperasi secara *dual fuel* dengan bahan gas sebagai bahan bakar utama, pada motor diesel perlu ditambahkan beberapa komponen pendukung. Dari sisi bahan bakar gas, komponen itu meliputi tabung gas termasuk katup pengisiannya atau jalur pipa gas, filter gas, regulator tekanan, dan injektor CNG atau *mixer* yang mencampur gas dan udara.

Hal kedua yang menjadi masalah yang diteliti adalah sistem kontrol bahan bakar gas dan diesel. Pada bahan bakar gas, pengontrolan dilakukan pada aliran gas yang diperlukan sesuai dengan beban genset. Pada sisi bahan bakar diesel, pengontrolan difokuskan pada jumlah bahan bakar minimum yang diinjeksikan agar terjadi penyalakan di ruang bakar.

2. Metodologi

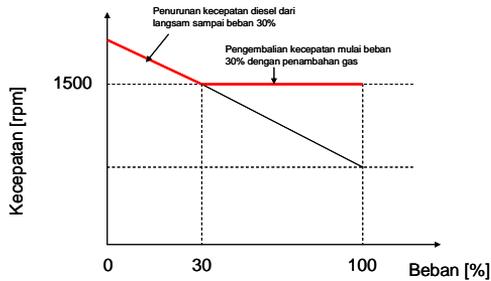
2.1 Kontrol dual fuel

Secara grafis, algoritma pengontrolan motor *dual fuel* stasioner ditunjukkan pada gambar 1. Pada saat tanpa beban, genset beroperasi dengan bahan bakar diesel saja. Kondisi ini berlangsung sampai dengan beban mencapai 30%. Pemilihan batas beban 30% ini untuk menjamin keberlangsungan pembakaran dengan baik. Jika beban yang diberikan melebihi 30% akan terjadi penurunan putaran genset sehingga tegangan juga turun.

Untuk mengembalikan ke kondisi normal, pasokan gas ditambahkan melalui katup gas sampai putaran kembali normal (putaran generator mencapai 1500 rpm). Sistem kontrol dual fuel juga memperhatikan kondisi darurat (*emergency*), misalnya pada saat pasokan gas terhambat atau terjadi penurunan beban secara tiba-tiba.

2.2. Perancangan Sistem

Dalam mewujudkan kontroler masukan bahan bakar pada Sistem Peralatan Konversi Bahan Bakar Gas pada Motor Diesel (*Dual fuel*) sistem kontrol dibuat modular, yaitu sistem kontrol yang terdiri dari beberapa modul I/O. Modul I/O yang digunakan dan yang diukur/dikontrol ditunjukkan pada tabel 1.

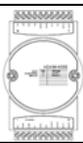
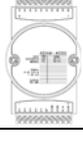


Gambar 1 Pengaturan *Dual Fuel*

Adapun spesifikasi Modul tersebut adalah:

- ADAM : Advantech Data Acquisition Modules
- A host computer, such as an IBM PC/AT compatible, that can output
- ASCII characters with an RS-232C or RS-485 port.
- Power supply for the ADAM modules (+10 to +30 VDC)
- ADAM Series Utility software
- ADAM baudrate configured from 1200 bps to 38.4 Kbps

Tabel 1 Modul I/O

	Modul	Parameter	Input/Output
	Analog Input (ADAM 4017)	Tekanan tabung gas (P_cng) Tegangan generator (V_gen) Arus generator (I_gen) Knock (knock)	Input
	Termokopel (ADAM 4018)	Temperatur pelumas (T_oil) Temperatur udara masuk (T_in) Temperatur gas buang (T_exh) Temperatur air pendingin (T_cool)	Input
	Rele (ADAM 4060)	Starter Motor DC (gas flow valve) Gas shutoff valve	Output
	Frequency/Counter (ADAM 4080)	Putaran motor diesel (n_eng)	Input
	Digital I/O (ADAM 4050)	Motor stepper (rack limiter) Limit switch	Output

Semua sensor dan aktuator diintegrasikan melalui modul I/O yang terhubung ke komputer secara serial. Dalam kegiatan ini dikembangkan pula antarmuka pengguna

(*user interface*) untuk pengoperasian genset *dual fuel*. Pengoperasian genset mulai dari start, pemanasan, pembebanan dan monitor-

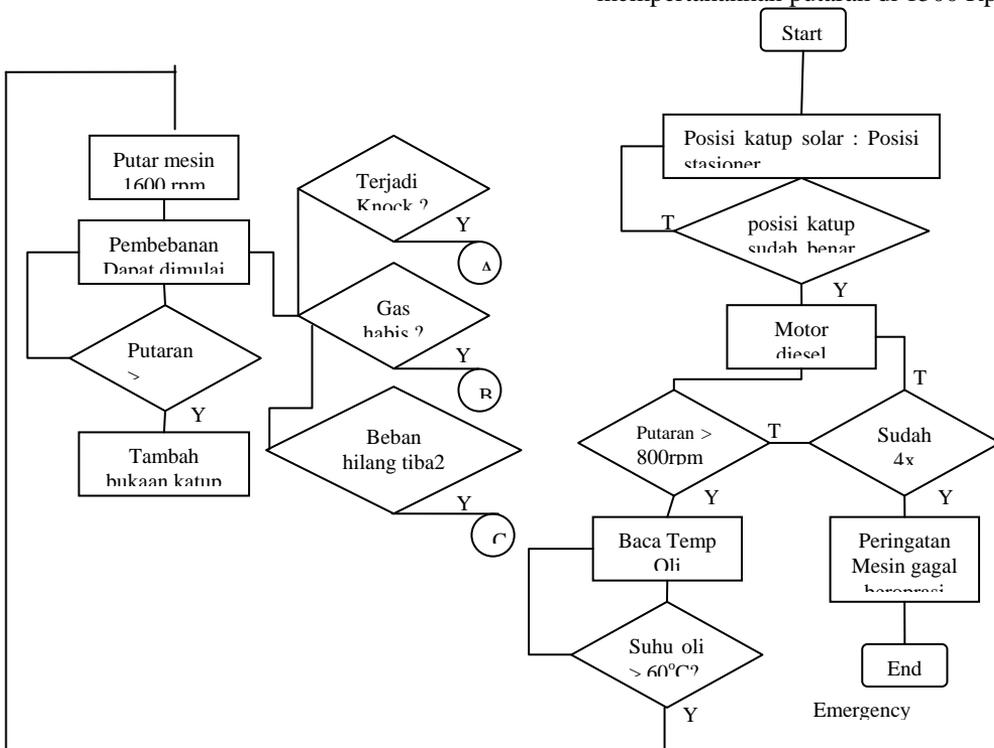
ing operasi dilakukan melalui antarmuka ini. Berikut adalah flow-chart dari sistem.

Urutan kerja dari flowchart di atas adalah sebagai berikut:

- Ketika sistem mulai di start sistem akan memastikan bahwa katup solar pada posisi stasioner sedangkan katup gas pada posisi off
- Setelah semua katup pada posisinya maka motor diesel siap di start
- Putaran motor diesel akan dimonitor untuk memastikan apakah motor diesel telah beroperasi, jika putaran masih dibawah 800 Rpm maka sistem akan mengulangi untuk men-start motor diesel . jika sampai empat kali motor tidak mau beroperasi maka sistem akan

memberi peringatan dan sistem berhenti.

- Jika putaran motor dapat mencapai putaran 400 rpm (stasioner) maka sistem akan standby menunggu temperatur oli hingga 60°C, pada saat suhu oli telah mencapai 60°C maka putaran motor bakar akan dinaikan oleh aktuator yang berupa motor dc sampai putaran motor diesel mencapai 1600 Rpm.
- Motor diesel sekarang telah siap untuk dibebani. Ketika pembebanan dilakukan putaran akan selalu dimonitor, jika terjadi penurunan putaran hingga dibawah 1500 Rpm sistem akan membuka katup gas untuk mempertahankan putaran di 1500 Rpm



Gambar 2 Diagram alir sistem

Selain Urutan kerja pengoprasian sistem diatas terdapat pula prosedur untuk emergency diantaranya:

- Terjadi knock pada motor diesel maka bukaan katup gas akan dikurangi dan bukaan katup diesel akan ditambah

- Gas pada tabung habis maka bukaan katup gas akan ditutup dan bukaan katup gas akan segera dibuka untuk tetap mempertahankan putaran motor diesel di 1500 Rpm

- c. Terjadi penurunan beban tiba-tiba sehingga akan terjadi kelebihan putaran secara mendadak maka bukaan katp gas akan ditutup.

2.3. Pemograman Kontroler untuk Sistem

Dalam pemograman kontroler untuk sistem akan menggunakan bahasa pemograman basic. Semua prosesing kontrol ada pada central processing unit sedangkan untuk komunikasi keluarnya melalui port rs232. Pemograman tersebut dibagi menjadi dua program yaitu program untuk kendali engine dan program untuk monitoring engine. Koding-koding yang ditampilkan pada tulisan ini hanya sebagian koding.

2.3.1 Pemograman Kendali Engine

Prosedur pertama untuk memulai program kendali engine adalah setting pengaturan bahan bakar solar dan bahan bakar gas dengan mengatur bukaan katup kedua bahan bakar keposisi siap engine start. Posisi siap engine start yaitu posisi nol pada katup gas dan posisi kurang lebih dua puluh persen untuk katup solar. Koding –koding untuk program tersebut seperti pada bagian di bawah ini:

```
Private Sub Timer9_Timer() 'awal
program procedure throttle diesel
MSComm1.Output = "$036" +
Chr$(13) 'baca posisi throttle
posisi via limit switch
Text6 = MSComm1.Input
Text7.Text = Mid(Text6, 4, 2)
```

Dalam pengkodean dimulai dengan menjalankan timer untuk mengurutkan aktifitas di prosedur memulai program (MSComm.output \$036). Kemudian program akan membaca posisi throttle melalui pembacaan status limit swich (MSComm.input).

Arti dari \$036 adalah 03 artinya alamat modul dan 6 artinya pembacaan digital input
If Text7 = "7F" Then '7F berarti throttle menyentuh limit switch-
adam digit i/o

```
MSComm1.Output = "#031000" +
Chr$(13) 'throtle solar off
procedure dihentikan
Else
```

```
Text21 = "36"
End If
```

Motor stepper digunakan sebagai aktuator untuk menggerakan katup throttle sehingga jika limit switch tersentuh oleh motor katup akan berhenti.(mscomm.output #031000) , Untuk katup gas jika status limit switch sudah on maka katup akan berhenti menutup sedangkan untuk katup solar balik keposisi dua puluh persen. Posisi 20% adalah untuk pasokan bahan bakar untuk engine saat tanpa beban.

Arti dari #031000 adalah 03 artinya alamat modul dan 000 artinya pengiriman digital untuk pin 0 sebesar 0.

```
Tunda (100)
If Text7 = "7F" Then
MSComm1.Output = "#031101" +
Chr$(13) 'throtle solar sampai
posisi stasioner
Timer9.Enabled = False
Tunda (20000) 'diasumsikan
akan berhenti diposisi stasioner
(20 detik)
MSComm1.Output = "#031100" +
Chr$(13) 'throtle solar on
procedure berhenti (telah sampai
posisi stasioner)
End If
Tunda (75)
End Sub
```

Posisi limit dapat dibaca oleh central processing dibaca melalui digital input dari port yang terhubung dengan modul 4050, pada koding diatas masukan digital terbaca 7F berarti limit switch tersentuh

Prosedur kedua adalah prosedur start engine dapat dilakukan jika prosedur awal program telah dilewati. jika kecepatan engine putar lebih dari empat ratus rpm maka dianggap engine telah running, tetapi jika kecepatan putar engine di bawah empat ratus rpm maka engine dianggap tidak running dan proses dimulai lagi dari awal, namun prosesnya akan dihitung, jika pengulangan diulangi hingga empat kali maka dianggap engine tidak mampu untuk running kemudian peringatan harus muncul yang menandakan engine gagal beroperasi harus segera diperiksa (gambar 3). Koding – koding untuk program tersebut seperti pada bagian di bawah ini:

```
Private Sub Command3_Click()
'start engine procedure
```

```

MSComm1.Output = "#041001" +
Chr$(13) 'rele motor stater on
Tunda (3500)
MSComm1.Output = "#041000" +
Chr$(13) 'rele motor stater off

```

Pertama tama rele (MSComm.uotput #41001) dari motor stater akan dihidupkan selama tiga setengah detik Tunda (3500) tiga setengah detik adalah waktu yang diperlukan untuk motor stater menghidupkan engine

Arti dari #041001 adalah 04 artinya alamat modul dan 1001 artinya pengiriman perintah untuk rele 1 untuk on.

```

End Sub
Private Sub Rele(): 'start engine
procedure

```

```

If Text13 < 400 Then 'jika
putaran mesin kurang dari 400
dianggap mesin mati

```

```

Text12 = Text12 + 1

```

pengecekan kecepatan putaran dari engine (Text13 < 400) apakah sudah mencapai kecepatan 400 putaran per menit atau berada pada putaran stasioner yang dapat disimpulkan bahwa engine sudah dalam posisi running.

```

If Text12 = "4" Then ' setelah 4
jika tidak runing akan ada
perhatian

```

```

A = MsgBox("EngineE FAil to
run", vbOKOnly, "PERHATIAN ")

```

```

If (A = vbOK) Then

```

```

Text12 = "0"

```

```

End If

```

```

ElseIf Text12 < "4" Then

```

```

Command3_Click

```

```

End If

```

```

End If

```

```

End Sub

```



Gambar 3 Peringatan jika engine gagal beroperasi setelah empat kali percobaan

2.3.2 Pemograman Monitoring Engine

Setelah engine running maka pembacaan/monitoring terhadap engine akan dimulai. Pertama-tama hal yang dibaca

adalah suhu yang akan ditampilkan secara analog dan digital. Besaran yang dimonitor adalah kecepatan dari engine, kecepatan dari engine digunakan sebagai referensi yang mengatur besaran bukaan katup solar dan katup gas. Pembacaan-pembacaan diatas dilakukan secara beurutan/sequence. Setelah melakukan pembacaan hasil pembacaan tersebut akan ditampilkan dengan GUI (grafic user interface) pada sebuah monitor. Program dapat memberikan instruksi-instruksi ke engine ketika hasil pembacaan menunjukkan suatu harga tertentu seperti jika temperatur oli menunjukkan angka lebih dari 100 maka akan ada emergency shutdown, kemudian membuka dan menutup katup bahan bakar ketika fenomena kecepatan kurang dan lebih dari 1500 . Koding – koding untuk program tersebut seperti pada bagian di bawah ini:

```

Private Sub Timer1_Timer()

```

```

'monitoring

```

```

MSComm1.Output = "#01" + Chr$(13)

```

```

' baca port rs232 sensor

```

```

Tunda (80)

```

```

Text2 = ""

```

```

fer = MSComm1.Input

```

```

Text2.SelText = fer

```

```

Text23.Text = Mid(fer, 23, 7)

```

```

' harga dari sensor dimasukan ke
textbox

```

```

Text17.Text = Mid(fer, 30, 7)

```

Pembacaan suhu diambil dalam satu kali perintah pembacaan pada port rs232 (MSComm.output), kemudian pemisahan pembacaan untuk suhu air masuk dan keluar dari radiator, suhu oli, suhu udara masuk dan suhu exhaust dilakukan (Mid (fer, 23, 7))

```

Tunda (40)

```

```

ProgressBar1.Value=

```

```

Val (Text3.Text)

```

```

ProgressBar5.Value=

```

```

Val (Text17.Text)

```

```

Tunda (100)

```

Hasil pembacaan suhu akan ditampilkan secara analog dan digital (ProgressBar1.Value = Val).

```

MSComm1.Output = "$036" +
Chr$(13)

```

```

Tunda (80)

```

```

Text6.Text = MSComm1.Input

```

```

Text7.Text = Mid(Text6.Text, 4,
2)

```

```

Tunda (100)

```

```

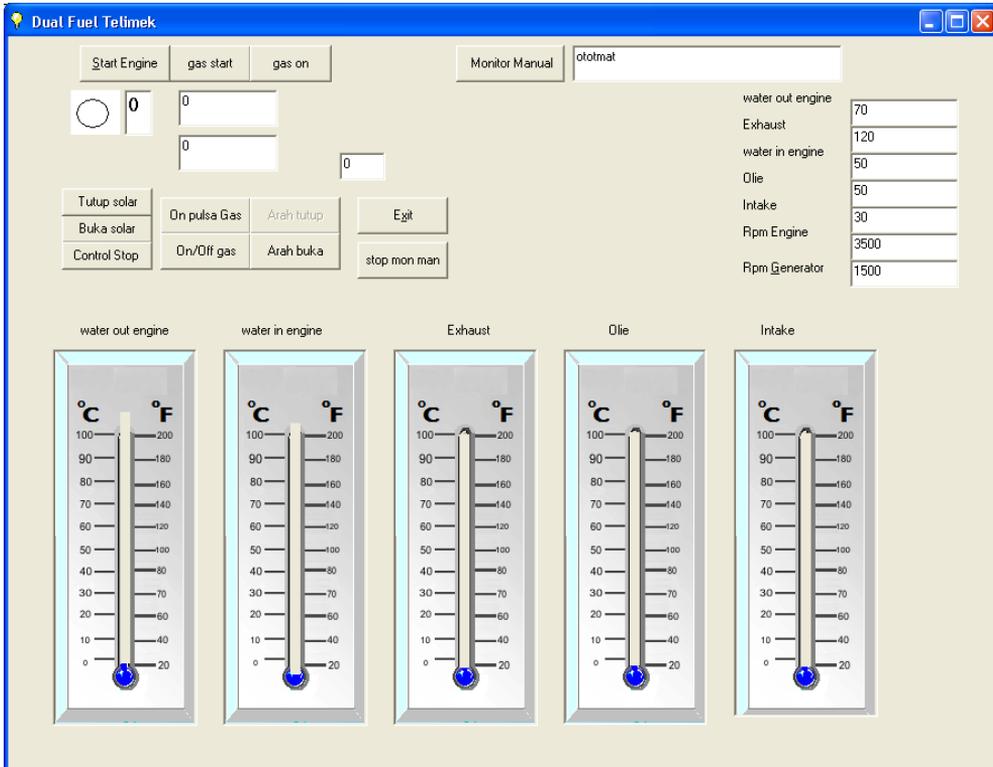
MSComm1.Output = "#050" +
Chr$(13)
    Pembacaan kecepatan engine (
mcomm1.Output #050) sebagai
referensi pengaturan buka tutup dari katup
bahan bakar.
Tunda (80)
BuF = MSComm1.Input
Text8.SelText = BuF

```

```

Text9.Text = Mid(BuF, 6, 4)
    Dig1 = Mid(Text9, 4, 1) If
Val(Text13.Text) > "1880" Then '
telah mencapai putaran kerja
MSComm1.Output = "#031100"
+ Chr$(13)
    Timer1.Enabled = True
    Timer6.Enabled = False

```



Gambar 4 GUI Program

Hasil pembacaan kecepatan engine akan dibandingkan dan hasilnya akan menentukan aksi dari aktuatur motor buka tutup throttle bahan bakar(MSComm1.Output #031100)
 ElseIf Text7.Text = "7F" Then
 MSComm1.Output = "#031100"
 + Chr\$(13)
 Tunda (60)
 Timer1.Enabled = True
 Timer6.Enabled = False
 End If
 End Sub

3. Kesimpulan

- Sistem kontroler masukan bahan bakar pada sistem peralatan konversi bahan

bakar gas pada motor diesel (*dual fuel*) mengatur jumlah pasokan bahan bakar solar dan gas

- Pemograman kontroler masukan bahan bakar pada sistem peralatan konversi bahan bakar gas pada motor diesel (*dual fuel*) dapat dibuat secara user friendly
- Seluruh komponen yang dibuat diimplementasikan dalam suatu mini demoplant genset *dual fuel*
- Dalam merancang kontroler masukan bahan bakar pada sistem peralatan konversi bahan bakar gas pada motor diesel (*dual fuel*) memerlukan pemahaman yang mendalam dalam

untuk ilmu elektronika, programing dan mesin konversi energi.

environment”, 2001, int.J. Therm. Sci.40, 409-424

Saran

Perlu dukungan untuk implementasi genset *dual fuel* ini di lapangan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada

- Widodo Budi santoso yang mendukung penulis dalam melaksanakan tulisan ini
- Bangbang susanto, Pudji Irasari , agusr, a Haris, Budhi yang telah banyak memberi masukan dan bantuan pada tulisan ini
- Hari Satrio basuki yang selalu mengingatkan penulis untuk berkarya
- A. Praptijanto, A. Hapid,, Aam muharam, Arifin nur, M. Ichwan, Hendi, Wahonot, Yanu, Redo, Emul, Amin, Kadek, Kaleg, Puji, Meri, Nurohmah dan semua rekan kerja yang tidak bisa disebut semuanya.

4. Daftar pustaka

- [1] Retna Prasetya, Catur Edi Widodo “Interfacing port parallel dan port serial computer dengan Visual Basic 6.0” ,(2004) Penerbit Andi Yogyakarta
- [2] Wasito S, “Vademekum Elektronika”, (1990), PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [3] Lim Pei Li “The effect of Compressing Ratio on the CNG-Diesel Engine” 2004, university of southern Queensland, Australia
- [4] Santoso, W.B, Praptij-anto,A,dan Nur,A, “Pengaruh CNG-Ratio Terhadap Proses Pembakaran pada motor diesel berbahan bakar ganda solar-CNG”, 2006, Prosiding Seminar Nasional Tenaga Listrik dan Mekatronik, Bandung
- [5] Mansour, Ch, Bounif, A, Aris, A, dan Gaillard, F, “Gas-Diesel (dual-fuel) modeling in diesel engine