

Pengubah Pulsa Digital ke Tegangan untuk Sensor Kecepatan Putaran Berbasis Mikrokontroler Arduino

Ilham Sayekti, Bambang Supriyo

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang
E-mail :sayektiilham@yahoo.co.id

Abstrak

Pengubah Pulsa Digital ke Tegangan Untuk Sensor Kecepatan Putaran Berbasis Mikrokontroler Arduino adalah alat yang dirancang sebagai sensor putaran yang keluarannya adalah tegangan yang merepresentasikan dari jumlah putaran yang dinyatakan dalam rpm (Rotasi per Menit). Dengan menggunakan metoda penelitian berupa rancang bangun, sistem yang dibangun terdiri dari Mikrokontroler Arduino dan IC Digital to Analog Converter (DAC) seri MPC4921.

Proses pengubahan pulsa digital menjadi tegangan dilakukan oleh Mikrokontroler Arduino melalui pemrograman pada Arduino, dengan cara pulsa-pulsa digital, dapat dari putaran motor, dan lainnya, diterima sebagai masukan oleh Arduino. Selanjutnya melalui program, pulsa-pulsa tersebut diubah menjadi data digital. Data digital tersebut selanjutnya diubah menjadi tegangan analog oleh Digital to Analog Converter (DAC) yang nilainya sebanding dengan jumlah putaran. Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan jumlah pulsa per putaran (pulse per revolution, ppr) yang berbeda, antara lain 1 ppr sensor, 6 ppr sensor dan 60 ppr sensor dan 360 ppr sensor untuk setiap nilai rpm yang berbeda. Selanjutnya data tersebut diubah menjadi tegangan analog yang hasilnya dibaca melalui voltmeter digital. Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk setiap jumlah ppr terhadap putaran rpm per satuan tegangan (volt), dengan data pengujian sebanyak 60 diperoleh nilai kesalahan sebesar 0,13%.

Kata kunci : arduino, DAC, pengubah pulsa digital ke tegangan, rpm

Abstract

Voltage pulses to Digital Converters for Speed Sensors Arduino Microcontroller Based is a tool designed as a rotation sensor output is a voltage that represents the number of rounds that is expressed in rpm (rotation per minute). By using research methods such as design , system built consists of an Arduino microcontroller and IC Digital to Analog Converter (DAC) MPC4921 series.

The process of converting digital pulses into voltage carried by the Arduino microcontroller programming via the Arduino, by means of digital pulses, can of motor rotation, and others, accepted as input by the Arduino. Furthermore, through the program, the pulses are converted into digital data. The digital data is then converted into an analog voltage by the Digital to Analog Converter (DAC) whose value is proportional to the number of rounds. Testing is done by using the tool number of pulses per rotation (pulse per revolution, ppr) different, among others 1 ppr sensors, 6 and 60 sensor pprppr 360 ppr sensors and sensors for each different rpm values. Furthermore, the data is converted into an analog voltage that results are read by a digital voltmeter. From the results of tests performed for any number of ppr against rpm rotation per unit voltage (volts) , with as many as 60 test data obtained error value of 0.13 %.

Keywords : arduino, DAC, digital pulses to voltageconverters, rpm

I. PENDAHULUAN

Sensor kecepatan putaran motor atau mesin mobil umumnya dideteksi menggunakan sensor digital yang menghasilkan pulsa. Spesifikasi sensor diberikan dalam bentuk jumlah pulsa per putaran (*pulse per revolution, ppr*). Di dalam aplikasi sistem data akuisisi pembacaan masukan akan lebih mudah dan cepat bila data masukan berupa tegangan analog dibandingkan dengan data pulsa digital, karena tegangan analog bisa langsung mewakili besarnya kecepatan putaran

(*revolution per minute, rpm*) dari sistem yang dipantau. Sedangkan untuk sistem pulsa digital harus dilakukan pemrosesan awal dengan menghitung jumlah pulsa dalam waktu yang konstan atau dengan cara menghitung perioda pulsa tersebut.

Setelah proses penghitungan pulsa dilakukan, maka baru dapat dilakukan proses penentuan kecepatan putar. Bila pemrosesan pulsa digital ini dilakukan dalam sistem utama data akuisisi, maka respon pemrosesan pada sistem utama ini akan jadi lebih lambat. Oleh karena itu, penelitian

ini dibuat untuk membuat sistem pengubah pulsa digital ke tegangan secara independen untuk aplikasi kecepatan putaran motor atau mesin mobil berbasis arduino. Dengan adanya perangkat ini, sistem utama data akuisisi dapat langsung membaca tegangan yang dihasilkan oleh perangkat tersebut dan langsung dapat mengkonversinya ke kecepatan putaran (rpm), sehingga tidak memperlambat kerja sistem utama data akuisisi tersebut.

Pemakaian sensor kecepatan dengan keluaran pulsa digital dapat memperlambat proses pembacaan kecepatan oleh sistem utama data akuisisi, karena sistem data akuisisi harus melakukan proses penghitungan pulsa atau pengukuran waktu perioda pulsa untuk dapat menghitung kecepatan putaran. Dengan adanya prototipe Pengubah Pulsa Digital keTegangan Untuk Sensor Kecepatan Putaran Berbasis Mikrokontroler Arduino ini, sistem utama data akuisisi dapat langsung membaca tegangan yang dihasilkan oleh perangkat tersebut dan langsung dapat mengkonversinya ke kecepatan putaran (rpm), sehingga tidak memperlambat kerja sistem utama data akuisisi tersebut. Penelitian ini akan meneliti kecepatan putaran motor atau mesin mobil hingga 12000 rpm dengan tegangan keluaran searah maksimal 5 volt. Dalam pengujian laboratorium, masukan pulsa digital diberikan dari keluaran *function generator*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah prototipe alat untuk mengubah informasi pulsa digital dari sensor kecepatan ke tegangan analog yang mewakili besarnya kecepatan putaran yang diukur. Penelitian ini akan dapat dikembangkan lagi agar prototipe ini dapat dijadikan sebagai perangkat yang dapat diaplikasikan langsung ke dunia industri yang umumnya banyak menggunakan sensor kecepatan berbasis pulsa digital (contohnya *incremental encoder*). Keberhasilan penelitian ini tentunya akan memberikan dampak positif bagi perkembangan teknologi (IPTEK), keilmuan dan ekonomi (institusi) dan pembangunan di bidang teknologi pada umumnya.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah beberapa komponen elektronika, seperti Sistem Mikrokontroler Arduino ATmega2560, IC DAC tipe MCP 4921. Komponen-komponen tersebut disusun sehingga

membentuk konfigurasi sebagai sebuah sistem. Selanjutnya sistem inilah yang akan digunakan sebagai alat pengubah pulsa ke tegangan.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam proses penelitian ini terbagi 2 yaitu, perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

A. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk melakukan uji sistem yang telah dibangun. Adapun alat-alat itu adalah :

- a. Function Generator
- b. Digital Multimeter
- c. Komputer 1 set
- d. Catu Daya DC

B. Perangkat Lunak

Untuk membangun sistem, agar perangkat keras yang dibangun dapat bekerja, diperlukan pemrogram pada sistem tersebut. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Bahasa C Arduino.

3.3 Tempat Penelitian

Tempat untuk melakukan penelitian, yang meliputi perancangan alat, simulasi, pengujian dan perakitan dilakukan di Laboratorium Elektronika Politeknik Negeri Semarang.

3.4 Cara Penelitian

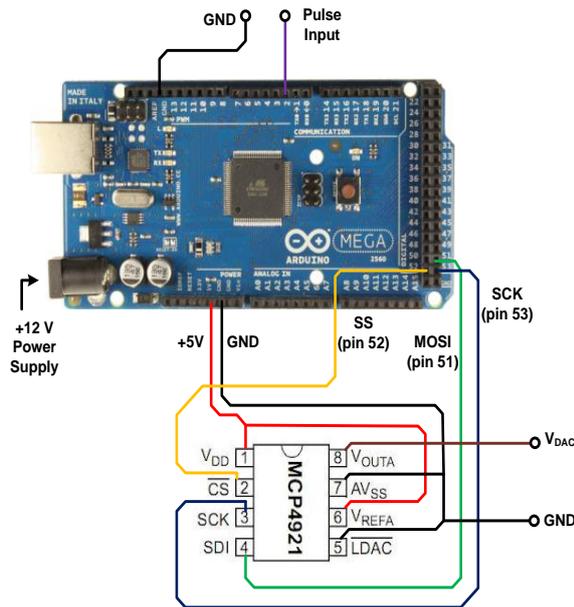
Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan untuk membangun sistem yang lengkap, yang pertama perancangan *hardware* dan yang kedua adalah *software* [1].

Perancangan *hardware* diawali dari studi literatur melalui pencarian ekstensif literatur dan jurnal yang mempunyai kemiripan dalam memecahkan masalah yang sama dan lainnya yang terkait faktor yang dianggap berpengaruh terhadap hasil yang akan diperoleh dalam penelitian ini. Faktor-faktor ini kemudian dibentuk menjadi pola yang cocok untuk *coding* komputer dalam konteks pemrograman Arduino [2][3]. Faktor-faktor yang berpengaruh ini selanjutnya dikategorikan sebagai variabel masukan dan variabel keluaran di sisi lainnya.

3.4.1 Perancangan Hardware

Perancangan hardware diperlukan untuk mendapatkan sistem yang baik yang sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini. Gambar 1 menunjukkan

konfigurasi rangkaian yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1 Susunan Rangkaian Arduino dan DAC

Dari perancangan hardware yang dibangun tersebut, seperti terlihat pada Gambar 1, sistem dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yang meliputi Masukan, Proses dan Keluaran [4].

Adapun uraian dari bagian-bagian itu adalah sebagai berikut :

- Unit Masukan

Sebagai variabel masukan adalah berupa pulsa yang dihasilkan dari putaran motor, atau lainnya yang akan diukur. Variabel masukan dalam sistem ini dihubungkan dengan pin 2 (Pulse Masukan).

- Unit Proses

Pemrosesan data masukan seluruhnya dilakukan oleh mikrokontroler Arduino, melalui perancangan program yang telah diisikan sebelumnya. Hasil proses, berupa data digital, selanjutnya digunakan sebagai masukan dari rangkaian Digital to Analog Converter (DAC). Dalam unit pemroses ini rancangan program telah didesain untuk beberapa ppr (pulse per revolution) yang berbeda.

- Unit Keluaran

Unit keluaran akan menghasilkan tegangan analog yang merupakan hasil pengolahan data digital dari keluaran mikrokontroler. Unit keluaran adalah sebuah komponen DAC yang dirangkaian menggunakan IC MCP 4921. Nilai

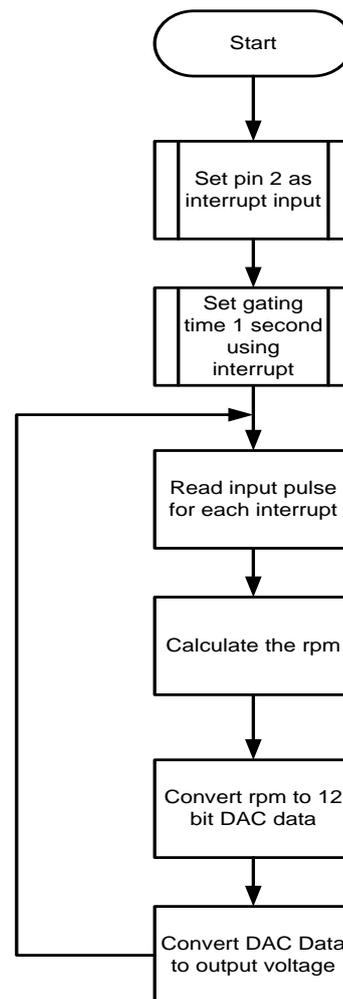
tegangan keluaran adalah proses akhir dari sistem yang dibentuk, yang merupakan representasi dari kecepatan putaran.

- Unit DC Power Supply

Unit ini menggunakan catu daya 12 Vdc yang digunakan sebagai catu daya untuk seluruh sistem yang dibangun.

3.4.2 Perancangan Software

Perancangan software dalam penelitian ini ditunjukkan dalam diagram alir berikut ini (Gambar 2).



Gambar 2 Diagram Alir Pengubah Pulsa Digital ke Tegangan

3.4.3 Penulisan Program (Coding)

Penulisan program adalah bagian penting dari sistem yang dibuat dalam penelitian ini. Karena seluruh proses untuk mendapatkan hasil akhir yang diinginkan terletak pada keberhasilan penulisan program. Setelah program ini ditulis pada editor yang disediakan, selanjutnya program

diisi ke dalam mikrokontroler Arduino [5][6]. Berikut adalah program utama pada proses pengubah pulsa digital ke tegangan, sesuai dengan rancangan diagram alir. Dalam program ini hanya diambil untuk 1 Pulse per Revolution (PPR), sedangkan dalam prakteknya terdapat 4 (empat) PPR yang berbeda namun dengan keseluruhan PPR memiliki konsep yang sama.

```

/*RPM TO DAC MCP4921 v1
1 PULSE PER REVOLUTION (PPR)
Basic DAC with Arduino Uno & MCP4921
ArduinoUno | MCP4921 | Other Coonections
Pin 13      to      SCK
Pin 11      to      SDI
Pin 10      to      CS*
Vref        5V
Vdd         5V
AVss        GND
LVDN        GND
Vout        Volt-meter
*/

#include "SPI.h" // necessary library
wordoutputValue = 0; // a word is a 16-bit
number
byte data = 0; // and a byte is an 8-bit
number
int pulse;
float rpm, datdac;

// Initialization
void setup()
{
pinMode(10, OUTPUT); //control MCP4921 CS*
SPI.begin(); // wake up the SPI bus.
SPI.setBitOrder(MSBFIRST); //shift MSB FIRST
}

void loop()
{
// Counting Pulses for 1 second for 1 ppr
sensor
pulse = 0;
attachInterrupt(0,FPulse,RISING);
delay(1000);
detachInterrupt(0);

// convert to rpm by multiplying to 60
rpm = pulse*60;

// convert to respective binary data DAC
datdac = rpm/2.931;

// convert to voltage (12 bits)
outputValue = datdac;
digitalWrite(10, LOW); //CS* low, start SPI
data = highByte(outputValue); //MSB FIRST
data = 0b00001111 & data; //clear config bits
data = 0b00110000 | data; //bit15: unused
,bit14: 0 (Unbuffered) ,bit13: 1 (Gain = 1x)
,bit12: 1 (Power up / unused for MCP4921),
bit11-8: digital data to be converted.
SPI.transfer(data);
data = lowByte(outputValue); //bit7-0:
digital data to be converted.
SPI.transfer(data);
digitalWrite(10, HIGH); //CS* high, end SPI
}

```

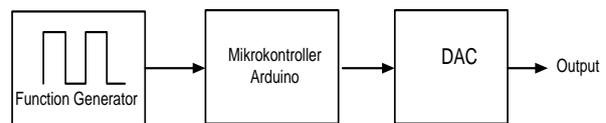
```

// Interrupt to count the pulses
voidFPulse()
{
pulse=pulse+1;
}

```

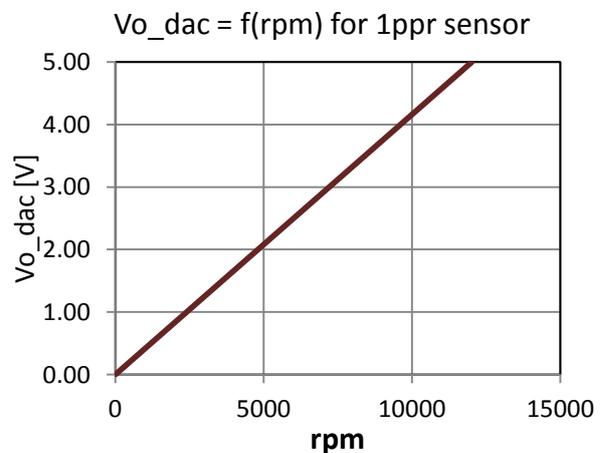
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian ini, sumber pulsa diperoleh dari Function Generator, sebagai pengganti putaran motor, yang frekuensinya telah ditetapkan sebelumnya, dan hasil akhir berupa tegangan dibaca melalui Multimeter Digital. Gambar 3 menunjukkan bagan proses pengujian sistem pengubah pulsa ke tegangan.

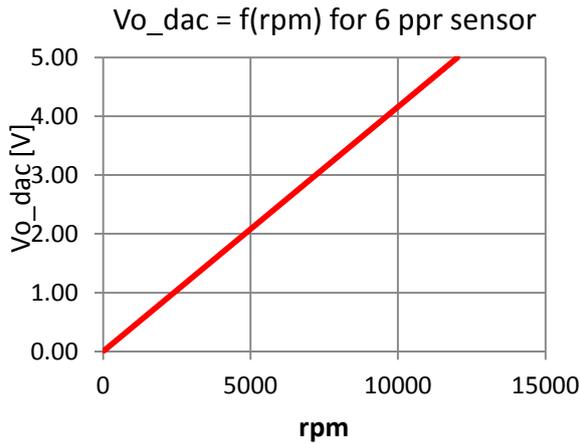


Gambar 3 Diagram Pengujian Sistem

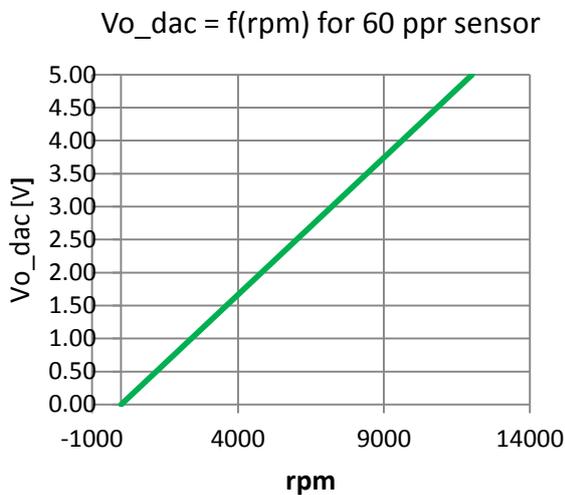
Dengan menggunakan empat variasi jumlah pulsa per putaran (ppr) yang berbeda, yaitu 1 ppr, 6 ppr, 60 ppr dan 360 ppr, hasil pengujian ditunjukkan pada grafik di bawah ini.



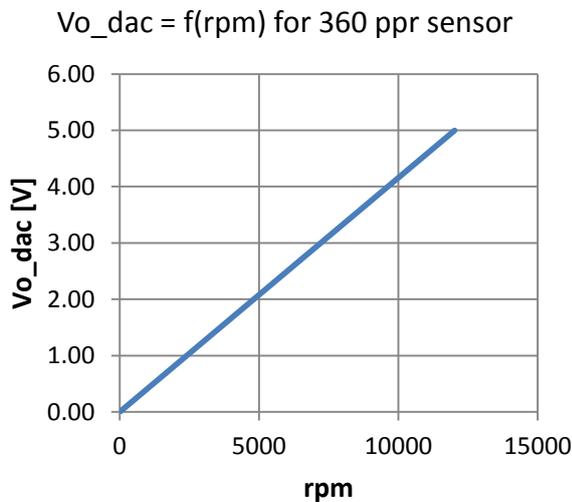
Gambar 4 Grafik Tegangan terhadap rpm untuk 1 ppr



Gambar 5 Grafik Tegangan terhadap rpm untuk 6 ppr



Gambar 6 Grafik Tegangan terhadap rpm untuk 60 ppr



Gambar 7 Grafik Tegangan terhadap rpm untuk 360 ppr

TABEL 1
NILAI RATA-RATA UNTUK PENGUJIAN TERHADAP
NILAI PPR YANG BERBEDA

Sensor	Average		
	rpm/Volt	Absolute %error of rpm	rpm/pulse
1 ppr	2404,5	0,62	60,1
6 ppr	2401,4	0,13	10
60 ppr	2401,4	0,13	1
360 ppr	2401,4	0,13	0,3

Dari hasil pengujian, seperti terlihat pada grafik, menunjukkan bahwa hubungan tegangan dc, hasil pengubahan pulsa digital menjadi tegangan, terhadap jumlah putaran per menit (rpm) adalah linier dan relatif konstan untuk setiap perubahan nilai ppr. Hasil ini menunjukkan bahwa alat yang dibangun pada sistem ini telah berjalan dengan baik, dengan demikian proses pembacaan kecepatan akan lebih cepat karena nilai tegangan yang dihasilkan merupakan representasi dari nilai rpm.

IV. KESIMPULAN

Alat pengubah pulsa digital ke tegangan untuk sensor kecepatan putaran berbasis mikrokontroller Arduino dapat digunakan sebagai sensor kecepatan pada pengukuran kecepatan yang berbasis pulsa digital, dimana nilai tegangan hasil pengukuran merupakan representasi dari kecepatan yang diukur.

Jumlah pulsa per revolution atau jumlah pulsa per putaran tidak mempengaruhi jumlah putaran per menit (rpm) untuk setiap Volt tegangan yang dihasilkan, tetapi berpengaruh pada rpm per pulsa yang dihasilkan. Semakin besar ppr semakin kecil nilai rpm per pulsa yang dihasilkan.

Persentase kesalahan terbesar dalam pencatatan nilai rpm dihasilkan jika jumlah pulsa per revolution (ppr) yang disensor hanya terdiri dari 1 unit (0,62 %). Jika lebih besar dari 1 hasilnya relatif tetap (0,13 %).

Prototipe alat ini dapat diaplikasikan pada dunia industri khususnya pada pengukuran kecepatan yang berbasis digital, seperti misalnya pada incremental encoder.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adityan Ilmawan Putra, “Sistem Pengaturan Posisi Sudut Putar Motor DC pada Model Rotary Parking Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Mega 2560”, Website : *elektro Studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/download/104/72*.
- [2] Helmi Guntoro, Yoyo Somantri, Erik Haritman, Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, *Electrans*, Vol.12 No.1 Maret 2013, hlm 39 – 48.
- [3] Imran Oktariawan, Martinus, dan Sugiyanto, “Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560”, *Jurnal FEMA*, Vol. 1 No. 2 April 2013.
- [4] Rayzah Nur Ilmiyati, “Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Inkubator Bayi”, Website:*xa.yimg.com/kq/groups/23191416/421764586/name/jurnal.pdf*.
- [5] Sarwono, B., dkk., “Aplikasi Sistem Wireless Infrared untuk Identitas Parkir Berlangganan”, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [6] Website:*http://buletin.balaiielektronika.com/?p=163*.
- [7] Windarto, Muhammad Haekal, “Aplikasi Pengatur Lampu Lalu Lintas Berbasis Arduino Mega 2560 Menggunakan Light Dependent Resistor (LDR) dan Laser”, *Arsitron*, Vol. 3 No. 2 Desember 2012.