

## ANALOG TO DIGITAL CONVERTER SEBAGAI ANTARMUKA SISTEM

*Eddy Nur Raharjo, Edy Winarno*  
*Dosen Fakultas Teknik Universitas Stikubank Semarang*

---

DINAMIKA  
TEKNIK  
Vol. II, No. 1  
Januari 2008  
34 - 44

---

### Abstract

*Previous researches have unfolded some technical improvements on system automation which uses an integrated control system with its own unique intelligence in solving different complicated problems in which the system is applied. An obstacle frequently encountered is the development of a micro control interface on several transducer characteristics which can provide an early detection on a certain condition to perform a further instruction. Transducer, which is the outer end terminal of a control system, needs a distinct analysis on its own characteristics in order to decide the most appropriate interface model to help the control system perform an execution on the basis of the environmental changes to be detected. Several transducer output characteristics also need a specific synchronization for the microcontroller input terminal, such as the synchrony between the electrical current and the voltage of the input terminal. Thus, the researchers conducted an analysis on the general characteristics of the MCS51-based control system interface as the transducer series input terminal.*

**Keywords:** Transducer, Sensor, MCS51

### A. PENDAHULUAN

#### 1. Dasar Pengaturan Klasik

Contoh dalam kescharian kita adalah pada alat pemutus-penghubung arus yang dipasang pada instalasi listrik rumah. Alat ini dikenal dengan nama sekering. Selanjutnya dalam perkembangannya menggunakan jenis logam (bimetal) yang disebut *circuit breaker* (CB). Jika sekering bimetal ini diberikan arus yang berlebih, maka akan memutuskan hubungan kontak melalui saklar atau sekering tersebut. Hal ini disebabkan adanya aliran arus listrik berlebih yang mengakibatkan panas yang berlebihan pula sehingga seolah-olah akan seperti saklar yang terbuka. Dalam hal ini yang terjadi adalah pengukuran terhadap aliran arus, membandingkan terhadap kapasitas maksimumnya serta kemudian melakukan koreksi dengan cara pemutusan arus. Hal ini terjadi secara otomatis. Sifat bahan terhadap perubahan fisik mampu menjadikan bukti akan suatu sistem pengendalian yang praktis dan ekonomis, seperti contoh di atas.

Manusia sebagai salah satu elemen dasar operasi juga terkadang diperlukan mutlak seperti pada pengendalian kecepatan kendaraan bermotor. Pengemudi akan selalu 'waspada' sebagai pengendali utama untuk mengendalikan unit sistem kendaraan seperti pedal gas, pedal pengereman, kendali *kopling*, saklar lampu, saklar bel dan lain sebagainya secara baik, dan di sini peranan manusia sebagai komponennya menjadikan sistem ini sering dikelompokkan sebagai sistem manual. Manusia atau dikenal dengan operator akan mengukur, mencatat, merekam, memodifikasi serta memperkirakan suatu kejadian sekaligus langsung memberikan solusi atas kejadian yang ada.

Namun beberapa permasalahan timbul dalam menganalisa sistem manual atau sistem klasik ini adalah mungkin disebabkan oleh hal berikut yang diantaranya erat kaitannya dengan :

- ketepatan nilai pengukuran
- kemampuan pengendalian dengan melibatkan sejumlah besaran variabel yang lain secara bersamaan
- ketelitian terhadap eksekusi kejadian
- penempatan operator
- waktu atau kecepatan yang diperlukan untuk solusi cepatnya
- dan lain sebagainya

Dengan beberapa permasalahan penting tersebut, maka dengan sendirinya proses sistem akan menjadi sulit dikendalikan walaupun dengan bantuan operator. Dalam hal-hal seperti inilah yaitu ketepatan (presisi) tertentu memerlukan konsep pengontrolan secara otomatis.

Perkembangan dunia elektronika dalam kaitannya dengan sistem pengaturan atau lebih dikenal dengan sistem kendali terpadu memiliki peranan yang sangat strategis sebagai unit bantu utama bagi sistem mekanis dan elektrik yang berkembang lebih dahulu. Pengaturan klasik yang juga merupakan sistem kendali analog dengan operasi manual dan bantuan mutlak manusia. Manusia yang dalam hal ini berfungsi sebagai operator sekaligus kontrol sistem memiliki keterbatasan tertentu hingga kemungkinan terjadi kesalahan pengambilan data dan

pengambilan keputusan dapat terjadi. Kesalahan ini mungkin tidak terlalu diperhatikan bagi sistem yang memiliki toleransi terhadap kesalahan yang besar, namun akan lain halnya dengan sistem yang memerlukan integritas dan kestabilan serta keakuratan yang tinggi sehingga diperlukan sistem piranti yang mampu mengeliminasi kesalahan operator. Walaupun demikian elemen operator (*human*) di sini masih mutlak diperlukan sebagai elemen pengawasan tertinggi dan menentukan operasi terhadap 'kebijakan' sistem.

Sistem kendali klasik sebagai pendahulu sistem kendali modern masih menjanjikan sistem yang cukup stabil. Beberapa unit dalam suatu sistem industri tidak lepas dari penggunaannya.

## 2. Dasar Pengaturan Modern

Sistem kendali yang berikutnya adalah sistem kendali digital, dimana sistem digital merupakan pengembangan atas sistem analog dengan segala kekurangannya, yang diperbaiki dengan sistem digital dan memiliki dua karakteristik dasar. Berdasarkan definisi, sistem digital merupakan sistem yang hanya memerlukan dua kondisi perubahan secara periodik yaitu "0" dan "1". Dua kondisi ini biasanya digunakan untuk merepresentasikan keadaan "tidak aktif" dan "aktif" serta dapat pula difungsikan sebaliknya.

Berbagai sistem digital telah dikembangkan lagi "kecerdasannya" dengan menambahkan beberapa elemen dalam suatu unit yang merupakan pengembangan lanjut terhadap teknologi sebelumnya. Keterlibatan perangkat keras dan perangkat lunak dalam sebuah pengolah data mutlak diperlukan. Penggunaan sistem data dan memori telah menunjukkan sinergi kerja yang memiliki performa bagus hingga mampu menangani beberapa kondisi serta mampu dilakukan proses baca tulis berulang kali sebelum mengeksekusi perintah seperti yang diinginkan oleh pengguna, baik bagi pengguna awam maupun pengguna ahli.

Pengaturan modern memiliki keunggulan fleksibilitas terhadap keinginan pengguna yang memiliki karakteristik berubah antar generasi sistem ke generasi selanjutnya. Kemampuan terhadap pembaharuan atau sering disebut

*upgradeable*, juga menjadi perhitungan tersendiri untuk penggunaan sistem yang lama. Salah satu contoh sistem kendali jenis ini yang nampak dalam industri dan cukup banyak dikenal adalah sistem kendali dengan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*).

PLC merupakan suatu sistem pengendalian yang dapat diprogram 'kecerdasannya' dengan menggunakan bahasa pemrograman. Manusia akan diberikan peranannya sebagai pemberi kebijakan sistem terhadap suatu tingkat kecerdasan buatan yang akan diberikan terhadap sistem PLC dengan melihat, mengukur, membandingkan serta memberikan solusi sistem atas suatu kemungkinan yang dapat terjadi.

Teknik rancang bangun ini lebih dikenal dengan *artificial intelligent*. Untuk mendukung kebutuhan pasar akan suatu perilaku otomasi sistem mengakibatkan beberapa perangkat suatu sistem kendali kemudian dikembangkan lagi hingga sekarang dengan diberikannya perangkat tambahan seperti memori internal dan kemampuan mengakses memori tambahan, sistem pemrograman kendalinya, kapasitas I/O serta kestabilan frekuensi atas sistem pewaktuannya. Kecepatan telah ditingkatkan sebagai bentuk upaya mengeliminasi kekurangan atas keterlambatan sistem-sistem sebelumnya.

Keping mikrokontroler, walaupun merupakan produk lama, namun telah memiliki kinerja dari beberapa unit bagiannya sebagai perangkat bantu bagi pemenuhan kebutuhan para perancang sistem otomasi, dengan kelebihanannya untuk pengembangan sistem kendali dalam jangka waktu ke depan.

Sistem kendali moderen dalam aplikasinya mampu memberikan perannya untuk mendampingi sistem kendali klasik untuk suatu operasi sistem otomasi yang ringan maupun kompleks dengan hanya memerlukan peranan manusia dalam proses perancangan baik dari sisi perangkat kerasnya maupun perangkat ringannya, dan mengeliminasi kekurangan manusia dalam fungsinya sebagai operator sehingga membatasinya hanya sebagai unit pengawasan atas jalannya sistem kendali yang ada.

### 3. Sistem Akuisisi Data

#### Pengantar Akuisisi Data

Salah satu komponen penting dalam sistem akuisisi data adalah pengubah besaran analog ke digital atau disebut juga ADC (Analog to Digital Converter). Pengubah ini akan mengubah besaran-besaran analog menjadi bilangan-bilangan digital sehingga bisa diproses dengan komputer. Peranan pengubah ini menjadi semakin penting karena sekarang sudah bisa didapatkan komputer-komputer yang "*real time*". Perubahan-perubahan satuan fisis bisa dengan cepat ditanggapi oleh mikrokontroler.

Contoh aplikasi ADC ini bisa kita lihat misalnya pada voltmeter digital, *sampling* suara dengan komputer, sehingga suara dapat disimpan secara digital dalam disket, dan kamera digital. Konsep pengubah analog ke digital ini adalah *sampling* (mengambil contoh dalam waktu tertentu) kemudian mewakilinya dengan bilangan digital dengan batas yang sudah diberikan.

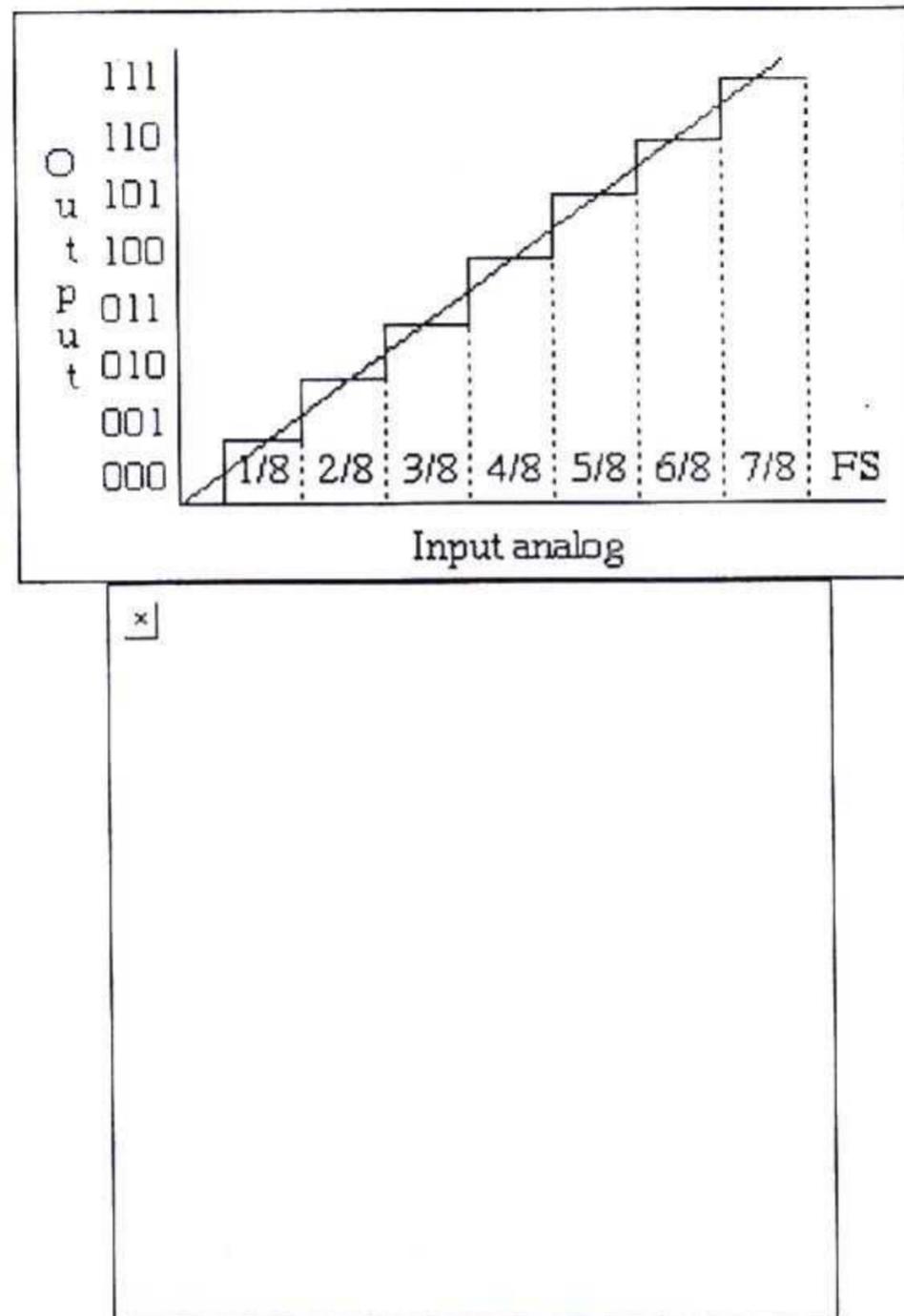
#### Parameter ADC

Kuantitas penting dalam ADC adalah rentang tegangan terkecil yang tidak dapat mengubah hasil konversi. Rentang tegangan ini sering disebut dengan *Minimal Representable Voltage* (MRV) atau LSB.

$$\text{MRV} = \text{LSB} = \text{FS} / 2^n.$$

dimana LSB menunjukkan nilai analog dari suatu *Least Significant Bit* (LSB), dan FS (*Full Scale*) adalah nilai maksimum dari tegangan referensi. Karena semua tegangan dalam jangkauan ini diwakili oleh bilangan biner yang sama, maka akan terdapat ketidakpastian konversi sebesar  $\pm \text{LSB}$  untuk setiap pengubahan. Masalah ini dapat dikurangi dengan menambah jumlah bit pada output pengubah. Output maksimum suatu ADC tidak berada pada nilai FS akan tetapi pada  $7/8 \text{ FS}$ . Misalkan sebuah ADC 3 bit ideal, akan mempunyai LSB sebesar  $1/8 \text{ FS}$ . Jangkauan input akan dikuantisasikan pada delapan tingkat dari 0 sampai  $7/8$  kali FS. Terdapat berbagai cara mengubah sinyal analog ke digital, dalam pekerjaan ini dipakai metode pendekatan berturutan atau *successive approximation*. Karena

ADC dengan jenis ini sudah banyak di pasaran dalam bentuk *chip* sehingga mempermudah pemakaian. Metode ini didasari pada pendekatan sinyal input dengan kode biner dan kemudian berturut-turut memperbaiki pendekatan ini untuk setiap bit pada kode sampai didapatkan pendekatan yang paling baik. Untuk menyimpan kode biner pada setiap tahapan dalam proses digunakan *Successive Approximation Register (SAR)*.



**Gambar 1.** Konversi ADC 3 bit

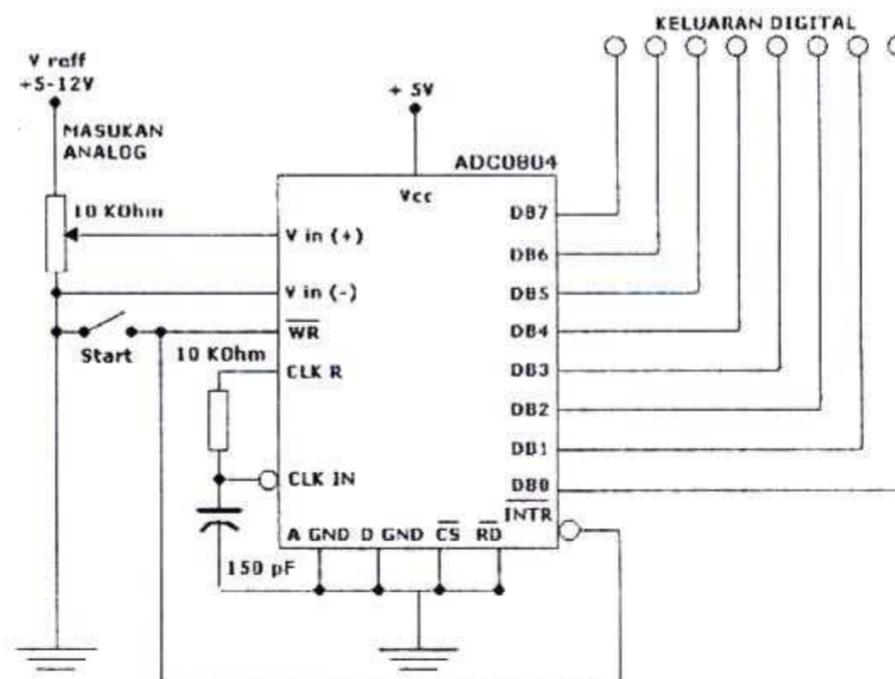
Penjelasan gambar di atas adalah diagram langkah perubahan untuk 3 bit SA-ADC. Konversi diawali dari *most significant bit* (MSB) diset tinggi, ini identik dengan memperkirakan nilai input adalah FS. Komparator akan membandingkan output DAC dengan tegangan input dan memerintahkan pengendali untuk

mematikan MSB jika perkiraan mula-mula ternyata lebih besar dari tegangan input. Pada periode clock selanjutnya pengendali menyalakan MSB berikutnya, kemudian kembali membandingkan output dari DAC dengan sinyal input. Proses ini terus diulang sampai pada LSB. Setelah sampai pada tahap ini nilai konversi yang berada pada SAR adalah pendekatan yang terbaik dari sinyal input. Dalam proses ini diambil asumsi bahwa sinyal input konstan selama konversi.

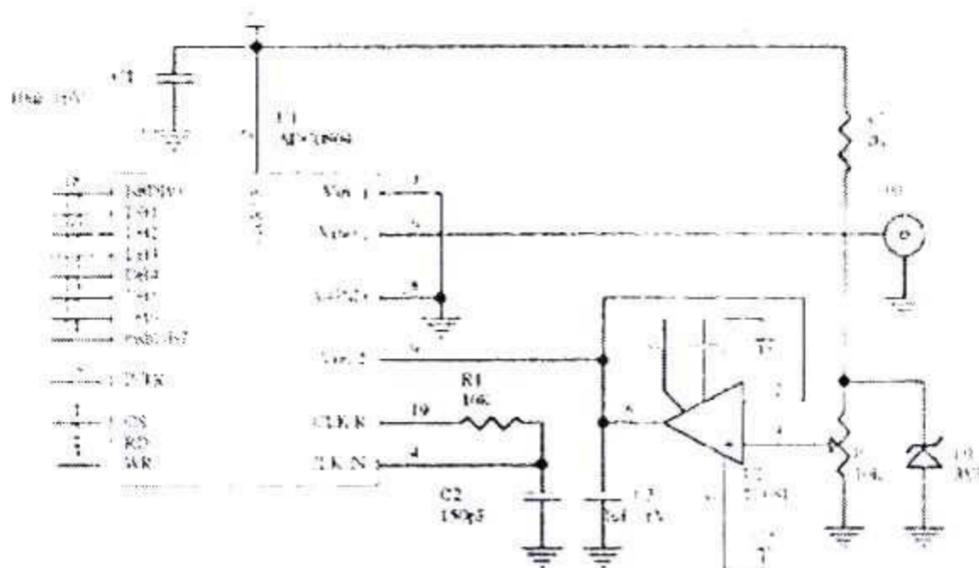
### Rancangan Pengubah Analog ke Digital

Sebenarnya rangkaian pengubah analog ke digital dapat dibuat dengan memakai komponen-komponen lepasan, akan tetapi ini akan memakan tempat dan kelinierannya pun tidak bagus. Karena itu dipilih pengubah dalam bentuk IC (Integrated Circuit) yang sudah ada dipasaran. Dari berbagai buku data ternyata didapatkan komponen dengan tipe ADC0804. Komponen ini memakai metode pendekatan berturutan dan hanya memerlukan sedikit komponen luar. Rangkaian lengkap pengubah analog ke digital berdasarkan IC ini ditunjukkan pada gambar berikut.

#### Analog to Digital Converter 0804



Gambar 2. Rangkaian Konversi Data Analog ke Digital

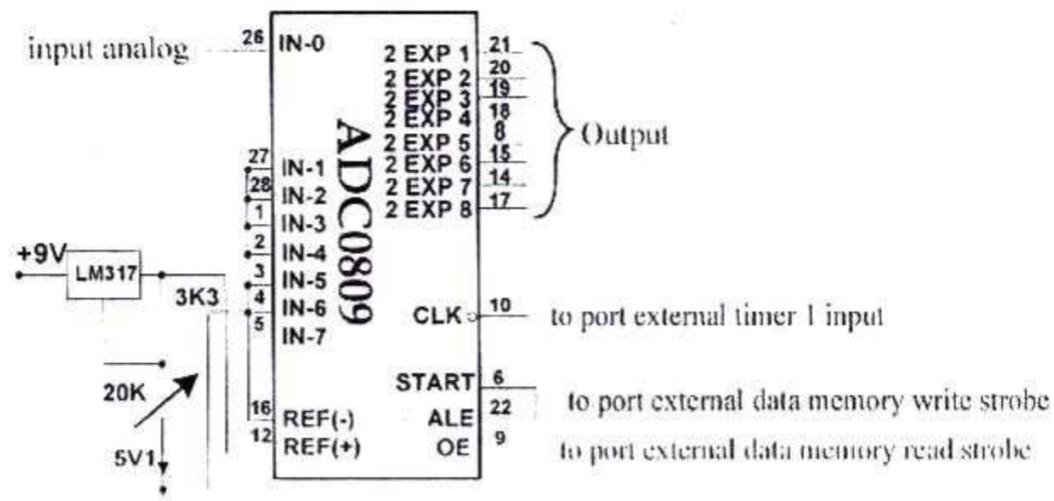


**Gambar 3.** Rangkaian ADC

Opamp U2 dan komponen sekitarnya berfungsi sebagai sumber tegangan referensi bagi IC ADC0804. Tegangan referensi ini diset pada 2,5 volt dengan variabel resistor P1. Semua proses konversi dilaksanakan di dalam ADC0804. Input dengan batas tegangan antara 0 sampai 5 volt diberikan di kaki nomor 6. R1 dan C2 adalah komponen luar osilator yang dipakai oleh IC. Kaki CS dan RD dihubungkan ke ground. ADC dioperasikan dalam *mode free running* dengan menghubungkan kaki WR dan kaki INTR. Untuk meyakinkan mode ini berjalan dengan baik hubungan kaki WR dan INTR ini harus dihubungkan dengan *ground* sesaat dengan memakai saklar digital.

#### 4. Analisa Karakteristik Antarmuka Sistem Kendali

##### Rangkaian Analog to Digital Converter ADC0809



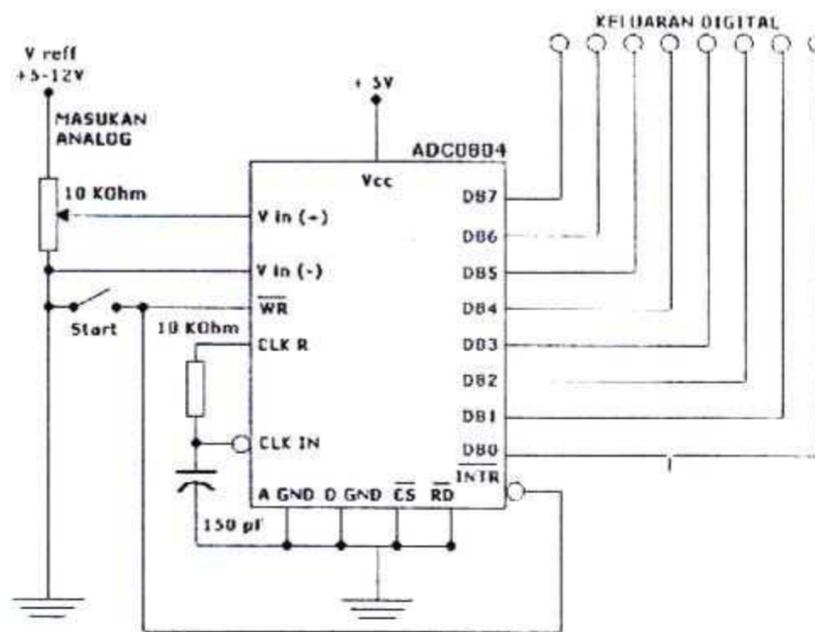
Gambar 4. Rangkaian Uji ADC0809

Tabel 1. Karakteristik Tegangan dan Arus ADC0809

Tegangan Keluaran	Keterangan
0 V	Logika 0
0 V	Logika 0
3,98 V	Logika 1
3,98 V	Logika 1

Tegangan masukan analog dibatasi oleh *range* kurang labihnya sebesar 5 volt, walaupun untuk keadaan tertentu dapat pula dirubah.

Rangkaian Analog to Digital Converter ADC0804



Gambar 5 Rangkaian Uji ADC0804

**Tabel 2.** Karakteristik Tegangan dan Arus ADC0809

INPUT WARNA	OUTPUT							
	0	1	2	3	4	5	6	7
MERAH	3V	0	3V	3V	3V	0	0	0
JINGGA	3V	0	3V	0	0	3V	0	0
KUNING	3V	3V	3V	0	0	3V	0	0
HIJAU	3V	3V	0	0	0	3V	0	0
BIRU	3V	0	0	0	0	3V	0	0
UNGU	0	0	0	0	0	3V	0	0
PUTIH	0	0	0	3V	0	3V	0	0

Catatan :

V input : +5V

V output : +3V

I input : 10.59 mA

I output : 3.85 mA

## B. PENUTUP

### 1. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan memberikan beberapa kesimpulan sebagai dasar teori dan keilmuan sebagai berikut :

1. Karakteristik tegangan masukan sistem kendali mikro memiliki kisaran harga 2,5 Volt hingga 3 Volt, dan karakteristik arus masukan sistem kendali mikro memiliki kisaran harga 0,1 hingga 3,5 miliAmpere.
2. Analog to Digital memiliki peranan sebagai perantara atau antarmuka handal dalam mengkondisikan sinyal periodik listrik keluaran dari sensor yang akan digunakan oleh sistem kendali mikro, terbukti dengan adanya linieritas yang baik dan kestabilan harga sistem terhadap nilai logika TTL.
3. Penggunaan model antarmuka ADC0809 maupun ADC0804, mampu menangani perubahan tegangan maksimum antara 5 Volt dan arus sebesar 500 mAmpere.

## 2. Saran

1. Hasil penelitian ini masih memerlukan uji pengkondisian masukan apabila menggunakan aplikasi metode *Octal Bus Transceiver With Non-Inverting 3-State Output* sebagai penyanggaan masukan transducer.
2. Penelitian ini juga masih memerlukan uji terhadap kemampuan untuk tingkat kepekaan dan *bandwidth cover transducer* masukan lebih lanjut.

## C. DAFTAR PUSTAKA

- Jazuri, (2005), *Laporan Tugas Akhir berjudul Simulasi Penampakan Sinar Matahari Menggunakan IC AT89S51/52*, Semarang.
- Lukman Pranowo, (2006), *Laporan Tugas Akhir berjudul Simulasi Sistem Kendali Pengaturan Kecepatan Motor Berdasarkan Perubahan Warna*, Semarang.
- Nanang Ragil Pamungkas, (2005), *Laporan Tugas Akhir berjudul Robot Pengikut Garis Menggunakan LDR*, Semarang.
- Zuly Budiarmo, Eddy Nur Raharjo, Veronica Lusiana, (2006), *Laporan Penelitian berjudul Sistem Kendali Terpadu dengan Menggunakan Metode Octal Bus Transceiver with Non Inverting 3 State Output*, Semarang.