PERANCANGAN ALAT KONTROL DIGITAL - ANALOG DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT KOMPUTER

(Design Digital To Analog Control Equipment Using Computer)

Jarot Prianggono[1] , Dr. Ir. Radite PAS, M.Agr.[2]

ABSTRACT

This study is aimed to identify and to analyze the behavior output signal from Digital To Analog Converter (DAC) that combined with motor DC driver. But before the analysis, the design must be conducted. Typical motor DC is servo motor, it means that the motor can turn clockwise and counter clockwise. Behaviour of servo motor controller was linear, so the sistem can be named by linear motor controller. This study can we used for the research on the mechatronics field, especially on the agricultural engineering.

From the experienced, it was found that the response from output signals in analog mode depend on load that conduct on the circuit. Clearly based on the result of analysis, it was found : (1) correlation between working voltage and performance of motor DC (rpm) was closed. (2) The output signal response on the driver was depend on the typical load. (3) Results from the testing show that driver can be controlled by linear mode (4) The adjustment of circuit was necessary to maintain the control systems stability

Keyword : *linear motor controller, servo motor controller*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemrosesan sinyal merupakan hal yang sering digunakan dalam berbagai macam kegiatan, baik penelitian maupun pekerjaan biasa. Salah satu permasalahan di dalam penelitian-penelitian yang memerlukan pemrosesan sinyal adalah bagaimana kita menampilkan sinyal analog sesuai kebutuhan kita. Misalnya jika kita ingin mengontrol sebuah aktuator. Aktuator di sini bisa bermacam-macam, antara lain bisa lampu, katup, motor, dan lain-lain.

Namun untuk memerintahkan aktuator melakukan sesuatu sesuai kehendak kita, maka kita perlu memiliki pengetahuan bagaimana mengkonversi data digital yang kita punya menjadi keluaran analog tersebut. Seperti kita ketahui data digital ini amat penting, karena manusia sebagai pengguna data ini berpikir dalam paradigma digital.

Oleh karena itu konversi data digital merupakan hal yang mutlak. Namun demikian sebaliknya bentuk analog diperlukan untuk menggerakkan aktuator yang bekerja dalam mode analog. Studi ini merupakan sarana yang tepat untuk memahami tidak saja secara teori, namun juga praktek kongkrit di lapangan.

Alat kontrol yang menggunakan *Digital Analog Converter* (DAC) dengan dibantu komputer merupakan hal yang amat penting karena dengan bantuan komputer maka pengguna memiliki

[1] Mahasiswa Program Pascasarjana S_3 Ilmu Teknik Pertanian, FATETA-IPB
[2] Staff Pengajar Program Pascasarjana Ilmu Teknik Pertanian, FATETA-IPB

kebebasan untuk melakukan kontrol terhadap aktuator. Seperti kita ketahui komputer dengan menggunakan bahasa program tertentu akan sangat membantu pengguna tersebut. Dengan demikian maka disain alat kontrol digital analog ini menjadi hal yang urgen bagi penulis sebagai tahap awal penelitian-penelitian selanjutnya.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain alat kontrol digital – analog dengan perangkat komputer. Sekaligus dilakukan pengujian untuk mengetahui perilaku sistem pada alat hasil rancangan ini.

Manfaat Penelitian

Diharapkan dari hasil rancang bangun alat kontrol digital analog ini , maka selanjutnya dapat digunakan untuk penerapan dalam bidang keteknikan pertanian, seperti kontrol suhu, kontrol motor, dll.

DESAIN

Alat kontrol digital didesain dengan maksud memahami kaitan antara teori dan praktek akuisisi data dan konversi data digital ke analog. Diharapkan dari hasil rancang bangun alat ini maka kita dapat membuat aplikasi-aplikasi terapan lainnya. Hasil rancangan lengkap alat ini berada di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, FATETA – IPB, Bogor.

Kriteria Desain

Alat Kontrol digital ini, selanjutnya disebut alat kontrol, dirancang untuk mengetahui cara melakukan konversi dari mode digital ke analog sekaligus mengetahui perilaku dari keluaran sinyal analog yang dihasilkannya baik ketika tanpa beban (motor) maupun ketika diberikan beban (motor).

Alat kontrol ini dirancang dengan beberapa pertimbangan, yaitu :

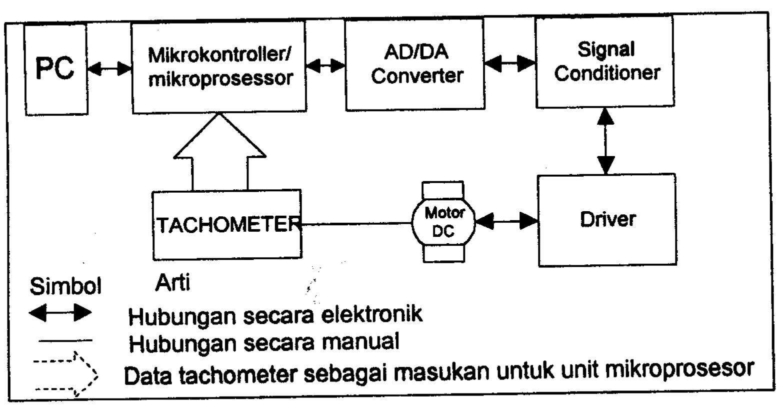
- alat kontrol hasil rancang bangun ini harus kompak
- komponen-komponennya dapat diperoleh pada pasar domestik.

Rancangan Fungsional

Alat kontrol ini menggunakan mikroprosesor dan dapat dioperasikan dengan komputer. Bagian-bagian penting dari alat ini adalah sebagai berikut :

1) Mikroprosesor
2) Digital To Analog Converter (DAC)
3) Operational Amplifier(Op. Amp.)
4) Driver
5) Motor
6) Pencatu Daya
7) Tachometer

Keterkaitan antara komponen-komponen tersebut dalam suatu kesatuan sistem kontrol motor dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem Secara Keseluruhan

Mikroprosesor

Dalam hal ini mikroprosesor/ mikrokontroler yang digunakan adalah board 89C51 DT51 Development Tools DT 51 Version 3 produk dari innovative electronics. Unit ini dicatu dengan daya sebesar ± 9 V AC atau max 12 V DC. Unit ini berfungsi sebagai mikroprosesor yang menghubungkan antara komputer dan ADDA Converter. Unit ini dapat berfungsi dalam dua mode yaitu :

(1) *Download* mode, yaitu unit ini berfungsi hanya sebagai mikro prosesor setelah kode-kode asembler yang ditulis di dalam komputer di kirim ke unit ini. Dalam mode ini komputer dapat mengendalikan unit ini setiap waktu.

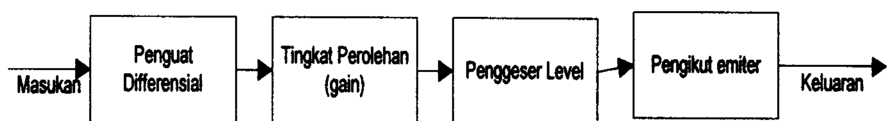
(2) *Stand alone* mode, yaitu unit ini bekerja secara *stand alone* (tidak dikendalikan oleh komputer) setelah program di komputer di muat ke dalam memori unit ini. Artinya unit ini bekerja sebagai mikroprosesor sekaligus mikrokontroler.

DAC

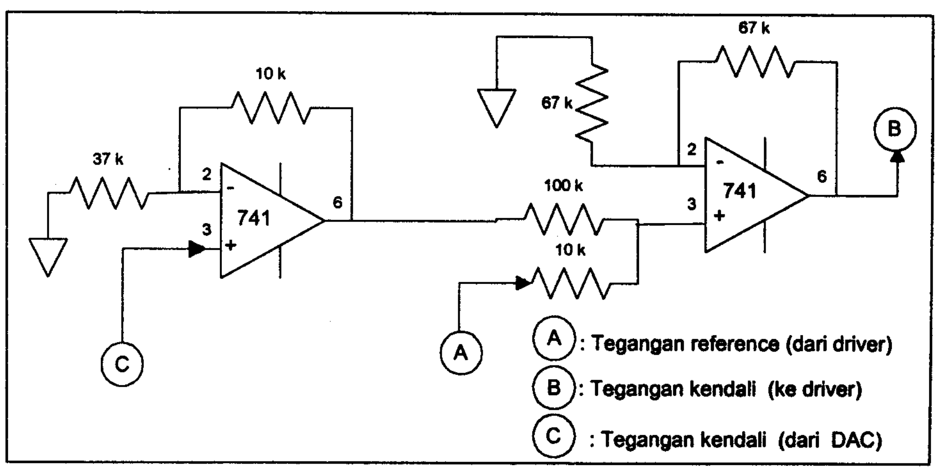
Dalam hal ini DA Converter yang digunakan adalah board I2C ADDA produk dari innovative electronics. Unit ini berfungsi sebagai konverter digital ke analog dan dicatu dengan daya ± 5 volt DC. Keluaran DAC ini memiliki kisaran 0 $^{s}/_{d}$ 2 .5 Volt. Keluaran dari DAC ini dihubungkan pada *signal conditioner* seperti pada gambar 3, tepatnya pada titik C.

Operational Amplifier (Op. Amp.)

Secara umum penguat operasional mempunyai struktur yang terdiri dari dua tingkat : (1) Tingkat Penguat Differensial ; (2) Tingkat Perolehan. Bagan arsitektur penguat op-amp dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini. Sedang untuk rangkaian elektroniknya dapat dilihat pada gambar 3. Op. Amp. ini dicatu dengan daya sebesar ± 9 Volt.



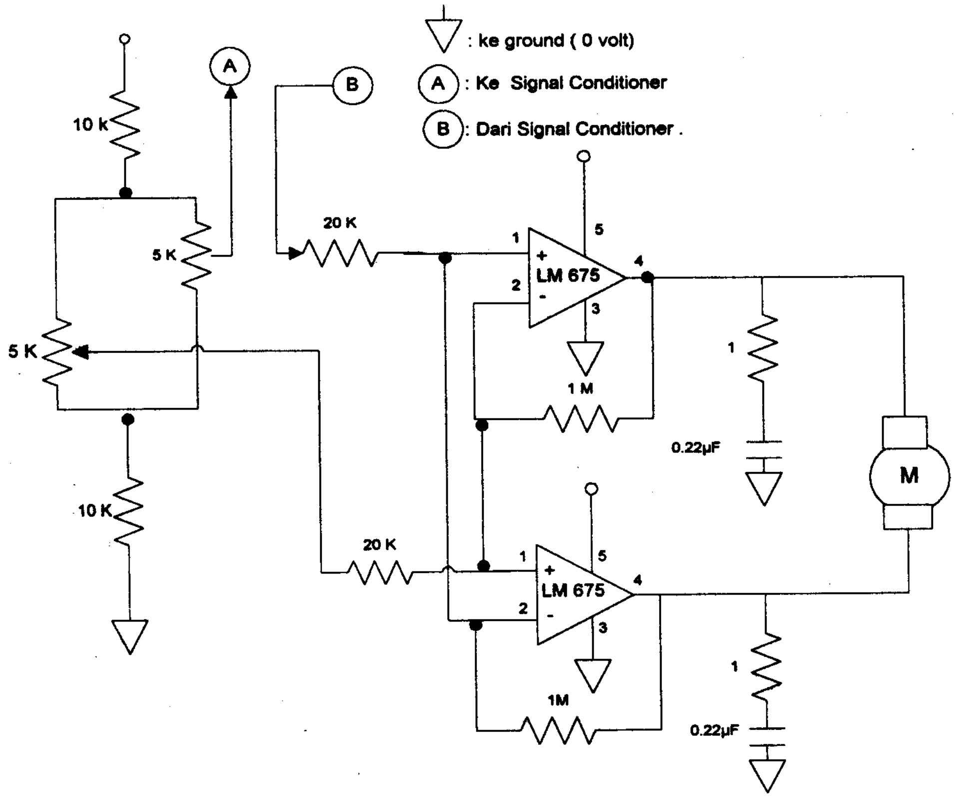
Gambar 2. Arsitektur Penguat Op-Amp Tingkat Dua



Gambar 3. Signal Conditioner

Driver

Driver menggunakan penguat audio tipe IC LM 675. Penguat ini mempunyai konstruksi yang kecil, mampu dicatu sampai dengan ± 60 volt dan dapat mengeluarkan arus sampai dengan 3 ampere. Rangkaian driver lengkap dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Driver Motor DC

Motor

Menggunakan motor DC 12 volt, jenis yang menggunakan *brush,* sehingga dapat dioperasikan putar kiri (counter clock-wise) dan putar kanan(clock-wise). Motor jenis ini biasa disebut dengan motor servo. Sehingga desain alat kontrol ini disebut sebagai *servo controller.*

Pencatu Daya

Menggunakan regulator tipe IC LM 317. Pencatu daya didesain untuk dapat mengeluarkan tegangan sebesar 5 volt, 9 volt, dan tegangan variabel dengan range antara 0 $^{s}/_{d}$ 12 volt.

Tachometer

Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran motor per menit (rpm). Sehingga kita dapat mengetahui hubungan antara tegangan keluaran di terminal motor dan kecepatan putar motor.

LOKASI DAN METODE PENELITIAN

Lokasi

Penelitian dan perancangan ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, FATETA – IPB.

Metode

Pelaksanaan penelitian ini meliputi tahapan perhitungan , pembuatan prototipe, uji alat kontrol hasil rancangan.

Pada saat mengoperasikan alat kontrol ini dicatat tegangan keluaran riil dari DAC dan dibandingkan dengan tegangan yang dihitung secara teori. Kalkulasi untuk mendapatkan besaran teoritis output pada DAC digunakan rumus :

$$N = 2.5 * [\ Code/256].$$

Dimana :

N = output teoritis pada DAC dengan range antara 0 – 2.5 Volt, dan Code = bilangan desimal dari 1 sampai 256.

Selanjutnya untuk mendapatkan besaran riil pada output DAC tinggal dilakukan pengamatan secara langsung dan dicatat datanya.

Output pada DAC ini dilakukan penguatan dengan menggunakan Operational Amplifier (Op.Amp.) , sehingga dapat dihasilkan penguatan yang sesuai dengan kebutuhan tegangan driver motor. Selanjutnya driver tersebut kita set untuk dapat mendapatkan tegangan dengan range mulai – hingga + . Hal ini dengan maksud agar motor dapat digerakkan bertahap dari berputar searah jarum jam (*clockwise*) ke arah berlawanan arah jarum jam(*counter clockwise*).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan alat kontrol ini adalah :

- Analog To Digital and Digital To Analog Converter (ADDAC) (kit & komponen)
- Solder dan pembersih timah
- Pencatu daya Op-Amp. ± 15 V, 9 V, 5 V, dan catu daya motor 9 V dan 12 V.

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat kontrol ini adalah :

- Komponen elektronika (op-amp, motor, kapasitor, timah solder, dan lain-lain.
- Tester (AVO Meter)

HASIL UJI DAN PENGAMATAN

Pengujian dilakukan dengan formasi rangkaian lengkap seperti pada gambar 1 di atas.

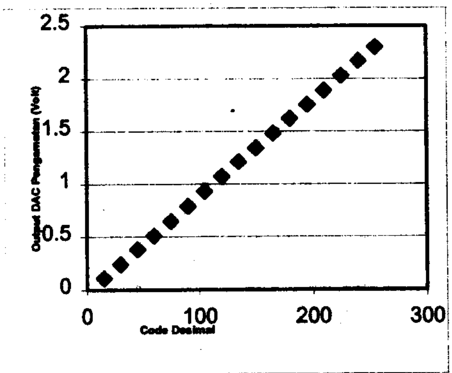
Uji Keluaran Driver Tanpa Beban

Pada pengujian ini kita akan mencoba linieritas dengan cara memerintahkan DAC menghasilkan sinyal analog sesuai dengan kehendak kita. Dalam hal ini diketahui range dari output DAC berkisar antara 0 – 2.5 Volt (analog) dengan range dalam angka desimal 0 – 255. Sehingga kita dapat membagi titik-titik desimal dalam kenaikan 15, seperti pada tabel 1.

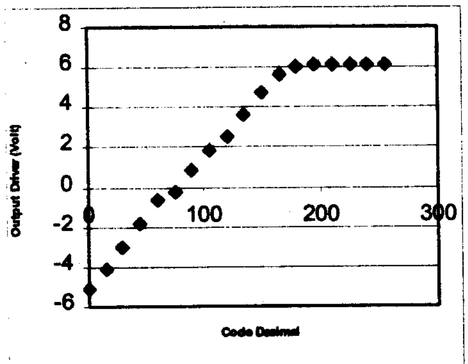
Tabel 1 : Hubungan set desimal dengan tegangan keluaran

No	Set desimal (Code)	Besaran Volt pada DAC (pengamatan)	Besaran Volt pada Driver (pengamatan)
1	0	0	-5.07333
2	15	0.11	-4.14333
3	30	0.24	-2.99
4	45	0.38	-1.82667
5	60	0.51	-0.61
6	75	0.65	-0.28333
7	90	0.79	0.883333
8	105	0.93	1.89
9	120	1.07	2.583333
10	135	1.21	3.616667
11	150	1.34	4.676667
12	165	1.48	5.613333
13	180	1.62	6.056667
14	195	1.75	6.116667
15	210	1.89	6.126667
16	225	2.03	6.136667
17	240	2.17	6.143333
18	255	2.3	6.143333

Besaran tegangan keluaran pada DAC dan *Driver* merupakan hasil pengamatan. Dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Hubungan set desimal dan tegangan Keluaran DAC



Gambar 6. Hubungan antara set desimal dan tegangan

Dari grafik yang ditampilkan di atas terlihat jelas bahwa perilaku dari alat kontrol ini konsisten. Dalam hal ini output yang diharapkan sesuai secara teoritis, hal ini jelas kalau kita amati pada kedua grafik di atas, sama-sama menghasilkan grafik yang linier.

Uji Keluaran Driver Dengan Diberi Beban Motor DC

Selanjutnya pada percobaan kedua ini dilakukan uji dengan cara memberi power pada driver dengan tegangan DC 12 Volt dan 9 volt. Lalu kita amati respon dari sinyal output yang dihasilkannya dengan beban motor DC.

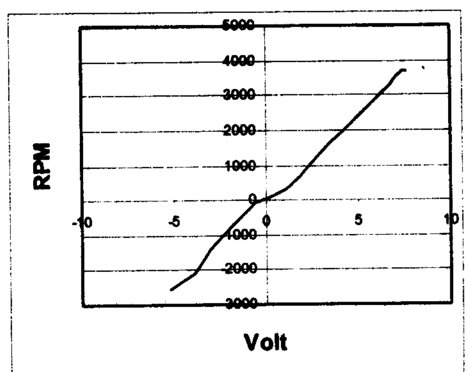
Tegangan 9 volt Pada Driver

Dilakukan tiga kali percobaan lalu hasilnya di rata-ratakan. Driver dicatu dengan daya 9 volt. Dan output driver dihubungkan (diberi beban) dengan motor DC seperti pada gambar 1 di atas. Hasil percobaan tersebut disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hubungan antar tegangan keluaran dan *rpm* untuk Power 9 Volt

No.	Volt	*rpm*
1	-4.92333	-2393.33
2	-3.92667	-1992.67
3	-2.98667	-1456.33
4	-2.15333	-890.333
5	-0.92333	-239.667
6	-0.19667	0
7	0.833333	286.6667
8	2.03	877.3333
9	3.156667	1432.667
10	4.403333	2130.333
11	5.093333	2441.667
12	6.16	3011
13	6.853333	3380.333
14	7.37	3648.667
15	7.483333	3700
16	7.54	3721
17	7.556667	3721
18	7.556667	3721

Dari data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 7 di bawah ini.



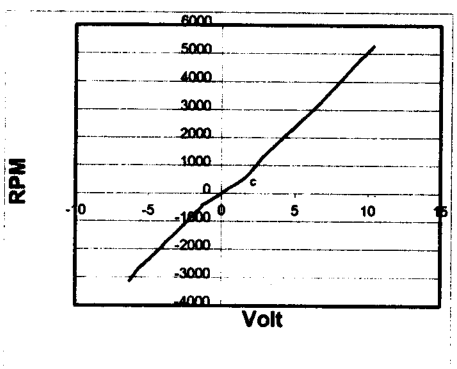
Gambar 7. Grafik tegangan kerja versus *rpm* motor pada pencatuan 9 Volt

Tegangan 12 volt Pada Driver

Percobaan ini dilakukan dengan cara driver dicatu dengan daya lebih besar yaitu 12 volt. Dan output driver dihubungkan dengan motor DC seperti pada gambar 1 di atas. Hasil dari pengamatan dicatat dan dirata-ratakan seperti disajikan pada tabel 3 di bawah ini. dan grafiknya ditampilkan pada gambar 8 di bawah tabel ini.

Tabel 3. Hubungan antar tegangan keluaran dan *rpm* untuk Power 12 Volt

No.	Volt	RPM
1	-6.28	-3127.5
2	-5.95	-2900
3	-5.57	-2635
4	-4.825	-2313
5	-2.775	-1246
6	-1.4	-507.5
7	-1.28	-417
8	0.055	18
9	1.6	572.5
10	2.775	1255
11	3.875	1831.5
12	5.96	2875
13	7.925	3921.5
14	8.98	4525.5
15	9.925	5040.5
16	10.36	5280
17	10.385	5285
18	10.385	5290



Gambar 8. Grafik hubungan tegangan kerja dan *rpm* motor pada pencatuan 12 Volt

Dari grafik di atas tampak jelas bahwa hubungan antara tegangan kerja dan *rpm* untuk pencatuan 12 volt tampak lebih halus dan linier dibandingkan dengan pencatuan 9 volt. Artinya hubungan antara tegangan dan *rpm* dipengaruhi oleh besarnya power yang diberikan pada rangkaian listrik ini yang dalam hal ini adalah driver motor tersebut.

KESIMPULAN

- Hasil uji alat kontrol menunjukkan bahwa driver dapat dikontrol secara linier dan menghasilkan tegangan keluaran yang linier.
- Output pada driver jenuh pada tegangan kontrol dari DAC 2,1875 volt. Hal ini merupakan karakteristik sifat dari regulator penghasil tegangan yang akan jenuh ketika mendekati tegangan maksimalnya.
- Hubungan antara tegangan kerja dan *rotary per minute (rpm)* motor menunjukkan pola yang linier. Sehingga kalibrasi kesetaraan *rpm* dan tegangan dapat dengan mudah dilakukan. Oleh karena itu alat kontrol ini sudah memadai untuk digunakan dalam penelitian-penelitian lainnya.
- Semakin tinggi tegangan catu yang diberikan maka akan menghasilkan putaran motor yang stabil. Artinya semakin tinggi tegangan catu maka kontrol terhadap motor semakin mudah.
- Modifikasi alat kontrol ini dapat diterapkan untuk berbagai macam aplikasi penelitian. Misal untuk kontrol suhu ruangan, kontrol cahaya, kontrol motor, kontrol gerakan mekanis, dan lain-lain.

SARAN

- Penyempurnaan dan penyesuaian prototipe alat kontrol ini masih perlu dilakukan. Terlebih jika kita ingin menggunakan dalam kontrol loop tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2002. Manual Book: Analog Input Output DT51 I^2C ADDA – User's Guide. Innovative Electronics. Surabaya.

Anonim. 2002. Manual Book: 89C51 Development Tools DT51 Version 3– User's Guide. Innovative Electronics. Surabaya.

Ediman Lukito. 1990, Dasar-Dasar Pemrograman Dengan Assembler 8088. Elex Media Komputindo. Jakarta.

Penfold, RA. 2000, Dasar-Dasar Elektronika Untuk Pemula. Pionir Jaya. Bandung.

Sutanto. 1997. Rangkaian Elektronika Analog Dan Terpadu. UIP. Jakarta.

Ziemer, Rodger E., et.al. 1983. Signals And Systems: Continous And Discrete. MacMilan Inc. Canada.