

Penggunaan Pin ADC (Analog to Digital Converter) pada Mikrokontroler ATmega8535 untuk Menghasilkan Catu Daya Digital

By Muh Pauzan

Penggunaan Pin ²ADC (Analog to Digital Converter) pada Mikrokontroler ATmega8535 untuk Menghasilkan Catu Daya Digital

Abstract – Digital power supply with LM317 regulator have been built. The output voltage of LM317 regulator is digitalized by means of ADC pins in ATmega8535 microcontroller. 128 prescaler is used to make the microcontroller's frequency in the region of ADC's frequency, therefore ADPS0, ADPS1 and ADPS2 must be high (1). AVcc (5V) is used as voltage reference, it is means that REFS0, REFS1 is set to high (1) and low(0) respectively. LCD 16x2 is used to display the voltage output of LM317. The research divided into three stages: theoretical study, simulation and implementation. Theoretical study consists of AC-DC conversion and digitalizing the output voltage of LM317. Aim of the study of AC-DC conversion is to know the specification of elements to build 30 V, 1 A power supply. Circuits and coding in ATmega8535 for converting analog to digital is studied. Proteus software is used for designing the circuits and simulation while Atmel Studio for compiling the coding. The difference of voltage measurements is found between digital voltmeter and LCD in the implementation stage, the range is 0.2-3.19 V. After calibration, same voltage values both on voltmeter and LCD is displayed. It is concluded that minimum-maximum output voltage of power supply is 1.2-27.10 V.

Key words: digital power supply, ADC, LM317, AC-DC conversion, ATmega8535

I. PENDAHULUAN

Catu daya linier (*linear power supply*) merupakan jenis catu daya yang sering digunakan meskipun pada saat ini banyak dilakukan kajian pada catu daya jenis *switching*. Catu daya jenis ini memiliki *noise* dan karakteristik *drift* yang lebih baik daripada tipe *switching*, tidak memancarkan gelombang *radio frequency* (RF), respon cepat dan sangat cocok digunakan pada daya rendah yang berkisar 25-30 [1]-[2]. Catu daya linier ada yang analog dan digital, tipe analog menggunakan putaran analog sebagai pengatur tegangan *output*. Selain itu pada jenis ini tegangan tidak bisa *diset* misalnya pada $V = 2.5$ V karena biasanya tipe analog menggunakan regulator bernilai tetap seperti 5 V, 12 V dan sebagainya. Seperti Rahardjo [3] merancang catu daya dengan dua nilai tegangan *output*, digunakan *Integrated Circuit* (IC) 7805 dan 7812 untuk tegangan *output* berturut-turut 5 V dan 12 V. Meskipun menggunakan dua IC regulator tegangan, tegangan *output*nya hanya terbatas pada 5 dan 12 V.

Proses konversi tegangan pada catu daya dari AC (*alternating current*) menjadi DC (*direct current*) melalui tiga tahap: penyearahan (*rectification*), penapisan (*filter*) dan tahap regulasi [4]. Tahap penyearahan digunakan dioda sebagai penyearah gelombang penuh, proses penapisan menggunakan kapasitor dan tahap regulasi menggunakan regulator tegangan. Regulator dibagi menjadi dua yaitu tegangan *output* nilai tetap (contoh 7805, 7812) dan berubah (*variable*). Regulator dengan tegangan *output* berubah-ubah yang sering digunakan adalah LM317. IC ini dapat menghasilkan tegangan *output* dari 1,2 sampai 37 V [5].

Permasalahan pada catu daya analog di atas dapat diatasi dengan meng⁴gunakan catu daya digital. Seperti Tohir [6] merancang catu daya digital menggunakan *buck converter* berbasis arduino. *Buck converter* digunakan untuk meningkatkan kestabilan dan mengurangi disipasi daya. Besarnya tegangan *output* ditentukan dengan cara mengatur lebar *pulse width modulation* (PWM) dari tegangan *input*. Diperoleh daya maksimum 170 W. Tapi penelitian ini menggunakan *buck converter* sehingga digitalisasi tegangan *output*nya memanfaatkan PWM, selain itu catu daya linier paling tepat digunakan untuk daya rendah 25-30 W.

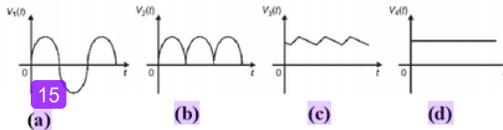
Berdasarkan permasalahan yang disampaikan sebelumnya, penulis memiliki gagasan untuk merancang-bangun catu daya linier dengan daya rendah yaitu 30 W, tegangan *output* dapat divariasikan serta berbentuk digital. Regulator yang digunakan adalah LM317, digitalisasi tegangan *output* menggunakan mikrokontroler, diantaranya mikrokontroler avr seri ATmega8535. Pin ADC (*analog to digital converter*) pada mikrokontroler ini dapat digunakan untuk mengubah sinyal analog dari LM317 menjadi digital, *interface* yang dipakai adalah LCD 16x2. Pada penelitian ini dikaji proses konversi dari AC ke DC yaitu mulai dari tahap penyearahan, tahap filter dan tahap regulasi. Kemudian dibuat rancangannya pada *software* Proteus, setelah itu dirancang kodingnya (menggunakan bahasa C) pada *software* Atmel Studio. Hasil *compilernya* didownload ke rangkaian Proteus untuk diuji apakah program yang dirancang berhasil atau tidak. Jika pada Proteus berjalan baik maka dilanjutkan dengan membuat rancangannya pada Breadboard dan dianalisa tiap tahap konversi dari AC ke DC. Hal penting yang dilakukan adalah tahap pengujian presisi terhadap catu daya yang dibuat, seperti yang dilakukan Hamid dkk [7]

menunjukkan bahwa catu daya komersil yang diuji ternyata tegangan *output*nya tidak akurat. Jika diperoleh hasil tampilan pada LCD tidak presisi maka dilakukan kalibrasi nilai ADC mikrokontroler.

II. METODOLOGI

A. Konversi AC-DC

Secara garis besar terdapat tiga tahap dalam catu daya mulai dari penyearah tegangan menggunakan dioda, tapis tegangan menggunakan kapasitor dan regulasi menggunakan IC regulator. Berikut adalah tampilan visual tahap-tahap yang dilakukan pada catu daya yang dirancang [4]:



Gambar 1. (a) Tegangan AC (b) Tahap Penyearah Gelombang Penuh (c) Tahap Tapis (d) Tahap Regulasi

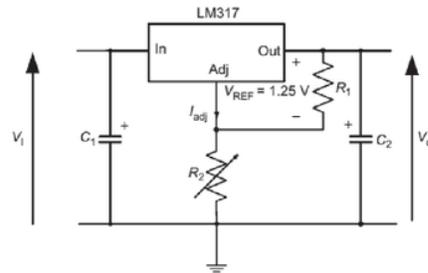
Penelitian ini bertujuan untuk merancang-bangun catu daya linier dengan tegangan *output* dapat diatur dari 1.2 V sampai dengan 30 V dengan arus *output* 1 A. Maka langkah pertama adalah menentukan regulator yang sesuai dengan spesifikasi di atas, berikutnya menentukan jenis transformator, langkah III adalah menentukan jenis dioda yang digunakan pada rangkaian penyearahnya dan yang terakhir adalah menentukan spesifikasi kapasitor yang tepat untuk digunakan sebagai penapis/filter.

1. Regulator tegangan

Spesifikasi yang diperlukan berupa tegangan output rentang 1.2-30 V dan arusnya sebesar 1 A. Regulator tegangan yang sesuai adalah IC LM317, karena tegangan *output*nya dapat diatur dari 1.2-37 V, arus *output*nya maksimal 2.5 [6]-[8]. Gambar 2 adalah regulator LM317 yang dirangkai dengan resistor R_1 , R_2 dan kapasitor. Kapasitor C_1 berfungsi sebagai penapis (*filter*) untuk mencegah variasi garis *input*, sedangkan C_2 berfungsi untuk menapis *noise* frekuensi tinggi yang mungkin ada pada *output* [8].

Persamaan tegangan *output* pada LM317 adalah sebagai berikut:

$$V_0 = 1.25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (1)$$



Gambar 2. Regulator Positif LM317

Tegangan *output* bergantung pada R_1 dan R_2 , jika diinginkan tegangan *output* maksimum sebesar 30 V maka besarnya R_1 dan R_2 dapat ditentukan menggunakan persamaan di atas:

$$30 = 1.25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$\begin{aligned} \frac{30}{1.25} &= 1 + \frac{R_2}{R_1} \\ \frac{R_2}{R_1} &= 23 \end{aligned} \quad (2)$$

Jadi perbandingannya $R_2 = 23R_1$. Kemudian ditentukan $R_1 = 220 \Omega$ maka $R_2 = 23 \times 220 = 5.06 \text{ k}\Omega$. Jadi supaya diperoleh tegangan *output* dari 1.2 V sampai dengan 30 V diperlukan resistor $R_1 = 220 \Omega$ dan potensiometer $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$.

2. Transformator

Diketahui bahwa tegangan *output* regulator LM317 sebesar 30 V maka diperlukan transformator *step down*. Tapi sebelum menuju regulator, tegangan sekunder transformator melalui rangkaian penyearah terlebih dahulu. Rangkaian penyearah yang digunakan adalah dioda Silikon, dioda jenis ini jika dirangkai panjar maju (*forward bias*) akan memberikan tegangan *drop* sebesar 0.8 V untuk tipe 1N4007 [9]. Jika yang digunakan rangkaian penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*) pada transformator CT (*Center Tap*) digunakan dua buah dioda, sehingga perkiraan tegangan *drop*nya sebesar 1.6 V. Tegangan *drop* ini perlu dikompensasi sehingga secara matematis tegangan sekunder (V_s) transformator harusnya $V_s = 30 \text{ V} + 1.6 \text{ V} = 31.6 \text{ V}$. Jadi V_s yang diperlukan minimal 32 V. Selain itu diperlukan transformator yang memiliki arus output 1 A. Transformator yang sesuai dengan spesifikasi tersebut adalah transformator CT merk King dengan arus maksimum 5 A.

3. Rangkaian penyearah

Rangkaian penyearah yang digunakan adalah penyearah gelombang penuh, dibanding penyearah setengah gelombang penyearah gelombang penuh lebih baik seperti rasio penyearah (*rectification ratio*) 81% berbanding 40.5%, faktor *ripple* 0.482 berbanding 1.21 yang dimiliki penyearah setengah gelombang [5]. Kemudian parameter penting lainnya adalah menentukan

spesifikasi dioda yang tepat sehingga dapat digunakan sebagai penyearah. Tegangan sekunder dari transformator memiliki tegangan 32 V maka V_{RRM} (*Peak Repetitive Reverse Voltage*) harus lebih besar dari nilai tersebut, arus dari transformator sebesar 1 A maka dioda yang digunakan nilai I_O (*Average Rectified Forward Voltage*) minimal 1 A. dioda yang cocok untuk hal tersebut adalah dioda 1N4007, dioda ini memiliki V_{RRM} dan I_O berturut-turut sebesar 50 V dan 1 A[6].

4. Kapasitor penapis

Kapasitor ada dua jenis yaitu kapasitor keramik dan elektrolit. Tipe elektrolit sangat baik diaplikasikan pada frekuensi rendah sedangkan kapasitor keramik sangat cocok untuk sinyal AC frekuensi tinggi. Frekuensi (f) dari saluran listrik PLN adalah 50 Hz, karena f kecil maka digunakan kapasitor elektrolit sebagai penapis [10]. Untuk mengetahui nilai kapasitansi yang sesuai dengan sinyal dari rangkaian sekunder transformator digunakan persamaan berikut ini:

$$C = \frac{I_0}{2\pi f V_0} \quad (3)$$

I_0 adalah arus *output* beban, didesain 500 mA, f adalah frekuensi sebesar 50 Hz dan V_0 merupakan tegangan dari transformator yang sudah disearahkan yaitu sebesar 30 V. maka kapasitansinya sebesar:

$$C = \frac{0.5}{2 (3.14)(50)(30)} = \frac{0.5}{9420} = 5.3 \times 10^{-5}$$

$$C = 44 \mu\text{F}$$

Jadi kapasitor elektrolit yang diperlukan minimal nilainya 53 μF . Pada penelitian ini dipilih kapasitor dengan kapasitansi 100 μF .

B. Digitalisasi Tegangan Output

1. ATmega8535

Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega8535, daya masukan yang diperlukan oleh mikrokontroler ini sebesar 5 V, maka digunakan regulator 5 V yaitu IC 7805. Selain itu hal yang perlu diperhatikan adalah proses konversi sinyal analog dari LM317 menjadi digital oleh mikrokontroler. Pin *Analog to Digital* (ADC) ATmega8535 yaitu pada pin A mulai dari A0 sampai dengan A7 [11]. Resolusi pin ADCnya sebesar 10 bit maka terdapat $2^{10} = 1024$ cacah. ADC beroperasi pada rentang frekuensi 50 - 250 kHz, sedangkan mikrokontroler beroperasi pada frekuensi 16 MHz (ditentukan saat pembuatan *coding* di Atmel Studio). Supaya frekuensi ADC sama dengan mikrokontroler, ditentukan faktor pembagi atau biasa disebut sebagai *prescaler*, nilainya mulai dari 2, 4, 8, 16, 32, 64 dan 128. Dipilih *prescaler* 128 maka frekuensi ADC:

$$f_{\text{ADC}} = \frac{f_{\text{Mikro}}}{\text{prescaler}} = \frac{16 \text{ MHz}}{128} \quad (4)$$

$$= 125 \text{ kHz}$$

Selanjutnya menentukan tegangan referensi, tegangan referensi ditentukan melalui bit 6 dan 7 pada register ADMUX (*ADC Multiplexer*). Bit 6 dan 7 adalah REFS0

dan REFS1. Berikut beberapa pilihan tegangan referensinya:

Tabel 1. Kombinasi REFS0 dan REFS1 dan Pilihan Tegangan Referensi

REFS1	REFS0	Pemilihan tegangan referensi
0	0	AREF
0	1	AVcc
1	0	Dibalik
1	1	Internal 2.56 V

Tegangan referensi yang dipilih adalah AVcc, bernilai 5 V maka REFS0 harus *high* (1). Kemudian memilih bit pada register ADCSRA (*ADC Control and Status Register A*), bit-bit pada ADCSRA adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Bit-Bit pada ADCSRA

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nama	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0

Supaya konversi ke digital terjadi maka bit 7, ADEN (*ADC enable*) ditentukan *high* (1), *prescaler* ditentukan dari ketiga bit ADPS0-ADPS2 di atas, ketentuan tiap bit adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kombinasi ADPS0-ADPS2 untuk Menentukan Prescaler

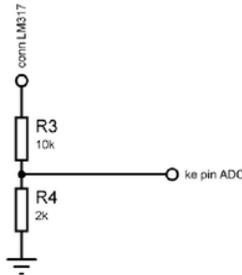
ADPS2	ADPS1	ADPS0	Faktor Pembagi
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

Pada perhitungan sebelumnya ditentukan *prescalernya* 128 maka ADPS0, ADPS1 dan ADPS2 bernilai 1. Jadi inisialisasi ADC dapat dilakukan dengan membuat koding program seperti pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Koding Inisialisasi ADC ATmega8535

```
void SetADC()
{
    ADMUX=(1<<REFS0);
    ADCSRA=(1<<ADEN)|(1<<ADPS2)|(1<<ADPS1)|(1<<ADPS0);
}
```

Tegangan *input* ke pin ADC (dari A0 sampai A7) maksimal adalah 5 V, tapi tegangan *output* dari regulator bervariasi dari 1.2 sampai dengan 30 V. Tegangan ini tidak bisa langsung diberikan ke mikrokontroler, diperlukan pembagi tegangan sehingga tegangan *input* ke pin ADC tidak lebih dari 5 V. Maka dirangkai resistor disusun seri seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. Rangkaian Seri Resistor yang Dihubungkan ke Pin ADC

Persamaan pembagi tegangan adalah:

$$V_{in} = \frac{R_3 + R_4}{R_4} V_4 \quad (5)$$

V_{in} dari LM317 sebesar 30 V dan V_4 yang diinginkan adalah 5 V, maka persamaan di atas menjadi:

$$\begin{aligned} 30 &= \frac{R_3 + R_4}{R_4} 5 \\ 6R_4 &= R_3 + R_4 \\ 5R_4 &= R_3 \end{aligned} \quad (6)$$

Jika ditentukan $R_4 = 2 \text{ k}\Omega$ maka $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$.

2. LCD 16x2

Tampilan pada LCD 16x2 adalah sinyal digital yang diberikan oleh mikrokontroler ke LCD, sebagai contoh jika tegangan *output* LM317 30 V maka tegangan yang diterima oleh pin ADC adalah 5 V dan nilai cacah (ADC) yang diterima oleh LCD sebesar $2^{10} = 1024$. Supaya pada LCD ditampilkan tegangan 30 V maka dilakukan operasi matematis:

$$V_{LCD} = \frac{ADC}{1024} 30 = 30 \text{ V} \quad (7)$$

Tapi diinginkan tampilan pada LCD dua angka di belakang koma, seperti 30,00 V. Maka persamaan diatas diganti dengan:

$$V_{LCD} = \frac{ADC}{1024} 3000 = 3000 \text{ V} \quad (8)$$

Selanjutnya, V_{LCD} dibagi dengan 100;

$$V_{LCD} = \frac{V_{LCD}}{100} \quad (9)$$

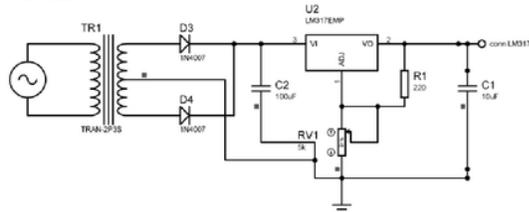
Tipe data yang digunakan adalah integer sehingga angka setelah koma tidak ditampilkan. Kemudian ditampilkan koma (.). Setelah itu ditampilkan dua angka di belakang koma dengan cara sisa pembagian pada V_{LCD} ditampilkan dalam bentuk integer. Berikut adalah koding untuk menampilkan tegangan pada LCD:

Tabel 5. Koding untuk Menampilkan Tegangan pada LCD

```
int main(void)
{
    int v;
    _delay_ms(50);
    SetADC();
    lcd_init();
    LCD_write_string(" PROYEK PDP");
    while(1)
    {
        gotoxy(1,1);
        LCD_write_string("TEGANGAN:");
        v=((ReadADC(0)/1024)*3000.00);
        lcd_write_int((v/100),2);
        dis_data('.');
        lcd_write_int((v%100),2);
        dis_data(' ');
        dis_data(' ');
        waiting(2);
    }
}
```

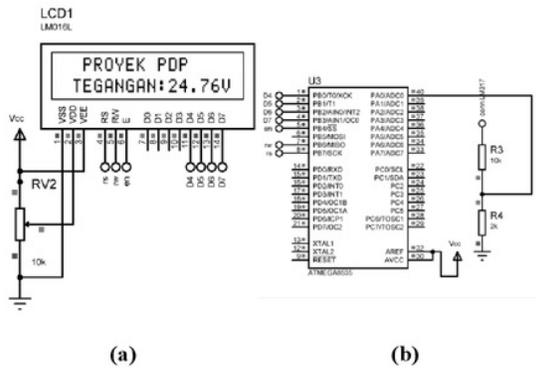
III. RANGKAIAN DAN SIMULASI

Kajian pada tahap sebelumnya selanjutnya digunakan untuk membuat skema rangkaian dan simulasinya pada *software* Proteus. Tahap penyearahan, penapisan dan regulasi dengan LM317 dapat dilihat seperti gambar di bawah:



Gambar 4. Rangkaian untuk Proses Konversi AC-DC

Skema dan hasil simulasi mikrokontroler dan interfacenya menggunakan LCD adalah sebagai berikut:

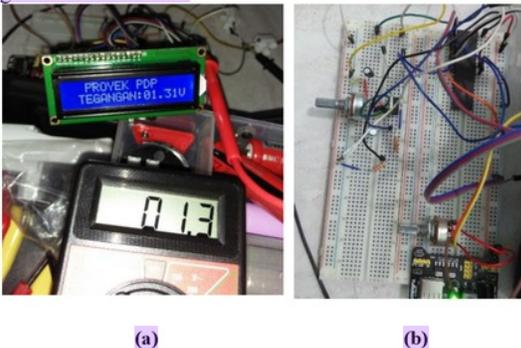


Gambar 5. (a) Tampilan LCD (b) Rangkaian pada Mikrokontroler ATmega8535

Berdasarkan simulasi yang dilakukan, nilai antara tegangan *output* pada LM317 (diukur menggunakan DC voltmeter *virtual*) dengan tegangan yang terbaca pada LCD adalah sama. Hal ini menunjukkan perhitungan yang dilakukan pada tahap sebelumnya adalah tepat.

IV. IMPLEMENTASI

Setelah membuat rangkaian dan simulasi pada *software* Proteus, kemudian melakukan pembelian komponen-komponen dan peralatan elektronika yang diperlukan. Penulis tidak menemukan resistor R_4 2 k Ω melainkan 2.2 k Ω , sehingga dilakukan penggantian nilai R_4 menjadi 2.2 k Ω . Tentu hal tersebut akan mempengaruhi nilai ADC pada mikrokontroler. Selanjutnya kompone 3 komponen yang diperoleh dirangkai pada breadboard seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 6. (a) Perbandingan Tegangan pada Voltmeter dengan LCD (b) Rangkaian Catu Daya pada Breadboard

Dilakukan pengujian tegangan *output* yaitu membandingkan hasil pembacaan voltmeter digital dengan tampilan pada LCD. Diuji tegangannya dari 1.2 V sampai dengan 30 V, tapi diperoleh perbedaan pembacaan nilai mulai dari 0.2 sampai dengan 3.19 V. Diprediksi penyebab perbedaan tersebut adalah penggunaan $R_4 = 2.2$ k Ω . Keadaan seperti ini membutuhkan kalibrasi terhadap catu daya yang dibuat. Langkah pertama adalah

menentukan ADC maksimum yang dibaca oleh mikrokontroler, caranya dengan melihat nilai tegangan maksimum pada LCD and nilai tersebut stagnan meskipun tegangan output dari LM317 diperbesar. Persamaan yang digunakan sebelumnya adalah persamaan 8, tapi V_{LCD} maksimum yang diperoleh sebesar 27.70 V, maka persamaan 8 menjadi:

$$27.70 = \frac{ADC}{1024} 3000$$

$$ADC = 1022.976 \text{ cacah} \quad (10)$$

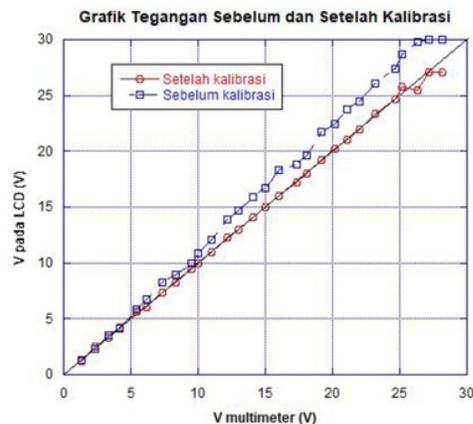
Supaya $V_{LCD} = V$ output LM317, maka 1024 diganti dengan 1022.976 sehingga persamaannya menjadi:

$$V_{LCD} = \frac{ADC}{1022.976} 30$$

Selanjutnya dilakukan pengujian lagi tetapi masih terdapat perbedaan, diperoleh $V_{LCD} = 27.10$ V saat $V_{LM317} = 30$ V. Persamaan di atas dirubah menjadi persamaan di bawah ini:

$$V_{LCD} = \frac{ADC}{1022.976} 27.10 \quad (11)$$

Setelah dilakukan uji, diperoleh nilai $V_{LCD} = V_{LM317}$. Berikut adalah grafik perbedaan nilai tegangan pada LCD dengan pembacaan voltmeter baik sebelum dan setelah dikalibrasi:



Gambar 7. Perbandingan Tegangan pada LCD Sebelum dan Setelah Kalibrasi

Garis miring warna hitam adalah pembacaan voltmeter digital dan digunakan sebagai acuan. Berdasarkan gambar 7 di atas, sebelum dikalibrasi pembacaan pada LCD makin besar tegangan makin jauh perbedaannya dengan pembacaan voltmeter. Tapi setelah dikalibrasi, tegangan yang terbaca baik pada LCD maupun pada voltmeter adalah sama. Hal yang penting diperhatikan adalah catu daya digital yang dibuat memiliki keakuratan sampai dengan tegangan output 27.10 V, di atas tegangan

tersebut, tampilan pada LCD tidak akan berubah meskipun tegangan output dari LM317 dinaikkan hingga 30 V.

V. KESIMPULAN

Pembuatan catu daya digital berbasis pin ADC pada mikrokontroler ATmega8535 memiliki batas minimum tegangan *output* sebesar 1.2 V dan batas maksimum *outputnya* sebesar 27.10 V. Tegangan maksimum tersebut berbeda dengan simulasi yang dibuat, dimana tegangan yang direncanakan 30 V. Hal ini dikarenakan oleh penggunaan $R_4 = 2.2 \text{ k}\Omega$, nilai resistansi ini berpengaruh terhadap tegangan *input* ke pin ADC sehingga merubah nilai tegangan maksimum (diharapkan 30 V) yang ditampilkan pada LCD 16x2.

5

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) untuk pendanaan tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Williams, *High efficiency linear regulators*. Elsevier Inc., 2013.
- [2] S. Kumar, 9 Verma, A. Dwivedi, and R. K. Srivastava, "Fabrication and comparison of linear power sup⁶s for low-moderate voltage applications," *2014 Power Energy Syst. Conf. Towar. Sustain. Energy, PESTSE 2014*, no. Pestse, pp. 1–4, 2014.
- [3] P. Rahardjo, "Catu Daya DC Tetap +5V dan +12V / 10A untuk Laboratorium Elektronika," Badung.
- [4] Y. M. Lai, *Power Supplies*, 4th ed., vol. 48, no. 4. Elsevier Inc., 1969.
- [5] Y. S. Lee and M. H. L. Chow, *Diode rectifiers*, 4th ed. Elsevier Inc., 2018.
- [6] N. Tohir, "Rancang Bangun Catu Daya Digital Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler Arduino," Universitas Lampung, 2016.
- [7] 8 Hamid, F. Agustiyanto, and Yulkifli, "Pengembangan Catu Daya Presisi Display Digital untuk Praktikum Fisika Listrik Dinamis," *J. Sainstek*, vol. 8, no. 2, pp. 193–202, 2016.
- [8] ON Semiconductor, "LM317, NCV317 1.5 A Adjustable Output, Positive Voltage Regulator," *Semicond. Components Ind.*, vol. Rev. 16, no. LM317/D, pp. 1–4, 2019.
- [9] ON Semiconductor, "1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007," *Semicond.*

Components Ind., pp. 1–6, 2005.

[10] M. Score, "Ceramic or electrolytic output capacitors in DC / DC converters — Why not both?," *Analog Appl. J.*, no. Texas Instruments, pp. 16–20, 2015.

[11] Atmel Corp., "ATmega8535-8535L," 2006.

Penggunaan Pin ADC (Analog to Digital Converter) pada Mikrokontroler ATmega8535 untuk Menghasilkan Catu Daya Digital

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet	54 words — 2%
2	core.ac.uk Internet	35 words — 1%
3	docplayer.info Internet	21 words — 1%
4	digilib.unila.ac.id Internet	21 words — 1%
5	jurnal.kominfo.go.id Internet	17 words — 1%
6	Abhishek Roshan, Prakash Dwivedi, Himesh Kumar. "Fuzzy Based MPPT and Energy Management Strategy", 2019 IEEE 10th Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC), 2019 Crossref	14 words — < 1%
7	www.powerselectronicstips.com Internet	14 words — < 1%
8	media.neliti.com Internet	12 words — < 1%
9	Kumar, Saurabh, Tejprakash Verma, Ankita Dwivedi, and R. K. Srivastava. "Fabrication and	12 words — < 1%

comparison of linear power supplies for low-moderate voltage applications", 2014 POWER AND ENERGY SYSTEMS TOWARDS SUSTAINABLE ENERGY, 2014.

Crossref

10	ro.ecu.edu.au Internet	12 words — < 1%
11	erepo.unud.ac.id Internet	11 words — < 1%
12	www.datasheetarchive.com Internet	10 words — < 1%
13	ejournal.umm.ac.id Internet	9 words — < 1%
14	eprints.uny.ac.id Internet	8 words — < 1%
15	pt.scribd.com Internet	8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE ON
BIBLIOGRAPHY

EXCLUDE MATCHES OFF