

Perancangan Sistem Kontrol Pada Prototip Pengering Kerupuk Berbasis IC Digital Menggunakan Software Proteus 7.0

Syifaul Fuada

University Center Of Excellence On Microelectronics, Institut Teknologi Bandung
IC Design Laboratory, Gedung Pau Lantai Iv, Jl. Tamansari No.126, Bandung, Jawa Barat, 40132, Indonesia

Informasi Artikel

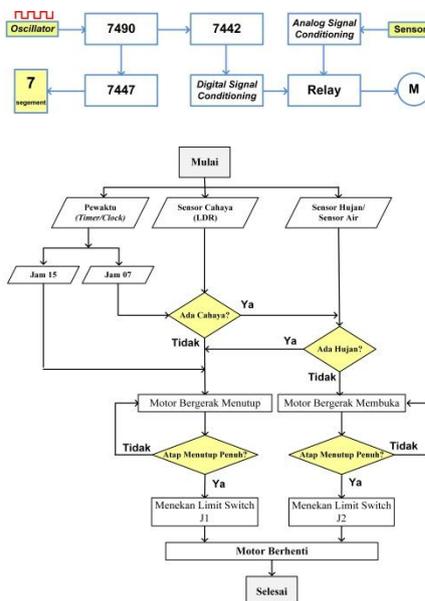
Naskah Diterima : 16 Maret 2017

Direvisi : 14 April 2017

Disetujui : 15 Juni 2017

*Korespondensi Penulis :
fsyifaul@gmail.com

Graphical abstract



Abstract

Generally, simulations are used as the first approach to implement a particular system, from simple to complex systems. In the electronic circuit, simulation can be done in order to know the working principle of the circuit. The aim of this article is to design a digital control circuit based on digital IC for cracker drying device. The PROTEUS 7.0 with the student version is used as a simulator tool. The PROTEUS® consists of two software that each of them have a specific purpose, i.e. ISIS® which has been embedded in SPICE® macro model. Thus, able to simulate electronic circuits with an interactive display, and then ARES® is dedicated to PCB layout only. The advantages of PROTEUS® e.g. easy to operate; has a good of user interactivity; Contains a large selection of active components (such as BJT transistors, MOSFET transistors, IC, IGBT, diode, and etc.), passive components such as resistors, capacitors and inductors, components of input and output, and sensor devices from various vendor. The designed control circuit is consist of four main parts, i.e. counter circuit as timer, ii) circuit for controlling the DC motor with CW mode and CCW mode; iii) rain sensor circuit; and iv) light sensor circuit, in this paper we use the Light Dependent Resistor (LDR). This paper is focus on control circuit only.

Keywords: IC Digital, Prototip alat pengering kerupuk, PROTEUS, Rangkaian Elektronika, Simulasi

Abstrak

Simulasi umumnya dipergunakan sebagai pendekatan awal sebelum mengimplementasikan suatu sistem, baik yang sederhana maupun kompleks. Dalam rangkaian elektronika, simulasi dapat dilakukan untuk mengetahui cara kerja rangkaian tersebut. Tujuan penulisan makalah ini adalah merancang rangkaian kendali pada prototip pengering kerupuk otomatis berbasis IC digital. Perangkat lunak simulator menggunakan PROTEUS 7.0 student version. PROTEUS® terdiri atas dua perangkat lunak yang masing-masing memiliki tujuan tersendiri, yakni: ISIS® yang didalamnya memuat SPICE® sehingga dapat mensimulasikan rangkaian elektronika secara interaktif dan ARES® untuk layout PCB. Kelebihan PROTEUS® antara lain: mudah dioperasikan; interaktifitas kepada user yang baik; memuat banyak pilihan komponen aktif (seperti transistor BJT, transistor MOSFET, Integrated Circuit, IGBT, diode, dsb.), komponen pasif seperti resistor, kapasitor dan induktor, komponen input dan output, serta perangkat sensor dari berbagai vendor. Rangkaian kendali yang dirancang terdiri atas empat bagian utama yang mana akan dirinci satu persatu, yakni: i) rangkaian counter sebagai pewaktu (timer) yang dalam hal ini diwakili dua digit yang merepresentasikan variabel waktu yakni 12 sampai 00; ii) Rangkaian kendali motor DC dari pewaktu; iii) Rangkaian sensor hujan; dan iv) Rangkaian sensor cahaya yang dalam hal ini digunakan Light Dependent Resistor (LDR). Makalah ini berfokus pada rangkaian kendali.

Kata kunci: Digital IC, Electronic Circuit, PROTEUS, Prototype of cracker drying device, Simulation

© 2017 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Kerupuk merupakan salah satu makanan tradisional di Indonesia [1] yang kini telah banyak *home industry* untuk memproduksinya. Berdasarkan observasi sederhana, pengeringan kerupuk mentah dapat dilakukan dengan tiga cara, i) secara tradisional, yakni dengan penjemuran atau dihadapkan langsung ke matahari (*direct solar drying*) dimana alas pengering umumnya menggunakan bahan sederhana (anyaman bambu, kayu, kain, dsb), metode lain adalah dengan tungku pemanggang konvensional (cerobong oven); ii) secara modern, yakni menggunakan oven listrik; dan iii) metode *hybrid* atau campuran antara tradisional (dihadapkan ke arah matahari) dengan bantuan alat. Penggunaan oven umumnya diterapkan oleh *home industry* kelas menengah keatas atau bahkan perusahaan besar, sementara *home industry* sebatas pemanfaatan terik matahari mengingat selain harga oven skala besar yang ada dipasaran tidak cukup terjangkau juga biaya tagihan listrik yang tinggi. Metode yang terlalu tradisional pun juga kurang ergonomi dan *high-effort* karena pegawai harus rutin menjemur dikala matahari mulai terik dan meneduhkan kerupuk dikala menjelang sore serta siap siaga ketika suatu saat terjadi hujan. Jika terkena air hujan, kerupuk tersebut akan rusak dan tidak layak jual (menyusut) karena kurang mekar ketika digoreng.

Pendekatan sistem pengeringan pada penelitian ini adalah dengan *hybrid* untuk industri kecil kelas paling bawah, adapun penelitian yang relevan adalah seperti yang dilakukan oleh T. Panggabean, dkk yang merancang alat pengering kerupuk jenis rengginang ubi kayu untuk industri menengah kebawah, alat didesain secara bertumpuk dengan memanfaatkan biomassa dan panas matahari sebagai energi utama dalam proses pembakaran untuk mengeringkan kerupuk tersebut [2]. Kemudian S. Nandiroh, dkk melakukan *redesign* alat pengering kerupuk jenis intip yang didedikasikan untuk industri kecil menengah. Alat pengering menggunakan pemanas tungku bara api dimana proses pengambilan kerupuk menggunakan alat tambahan, yakni mekanisme pedal yang disesuaikan dengan postur pekerja sehingga lebih nyaman dan aman [3]. Selanjutnya, R. Firdaus, dkk merancang alat pengering berbasis kolektor surya, yakni memantulkan serta memfokuskan panas matahari ke wadah terisolasi, dalam hal ini objek dalam ruangan hampa tersebut adalah kerupuk. Dengan alat tersebut, dapat meningkatkan suhu hingga 70°, dan mengeringkan lebih cepat sebesar lima sampai delapan kali dari waktu normal [4].

Adapun perbedaan dari penelitian ini dengan yang sebelumnya terletak pada substansi materi, dimana alat yang dirancang tanpa menggunakan kolektor surya. Artinya, kerupuk dijemur secara konvensional yakni dihadapkan langsung ke matahari, namun dilengkapi otomatisasi yang dapat membuka dan menutup atap alat pengering secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah diatur (*setting*) dan juga mampu menghindari air hujan dengan dua sensor utama yakni sensor cahaya yang mendeteksi redup sinar matahari serta sensor hujan yang mendeteksi rintik air hujan. Fokus utama terletak pada rangkaian sistem kontrol dan simulasinya, sementara desain mekanik serta bahan material akan didiskusikan pada makalah yang berbeda.

Simulasi menggunakan alat bantu komputer merupakan langkah awal dalam rancang bangun suatu alat atau sistem, hal ini bertujuan agar penulis mampu mengetahui cara kerja alat apakah berjalan sebagaimana mestinya. Selain itu juga dipergunakan untuk mengetahui perilaku dan karakteristik dari suatu rangkaian, (misalnya: temperatur [5], *noise* [6], *received power* [18], *bode plot*, dsb.). Dengan melakukan proses simulasi, maka proses *engineering design* akan lebih mudah, praktis, efektif, dan efisien dari segi *effort*, waktu, tenaga, dan biaya. Adapun *software* yang dipergunakan adalah PROTEUS® buatan Lab Center Electronics, Inc, *software* terbagi menjadi dua bagian yakni khusus untuk merakit rangkaian/ membuat skematik sekaligus simulasi, (menggunakan program *Intelligent Schematic Input System* atau ISIS dan *Advanced Routing and Editing Software* atau ARES untuk melayout *Printed Circuit Board* (PCB), memiliki keunggulan dalam hal menyediakan berbagai komponen dari berbagai vendor [7], *Graphical User Interface* (GUI) yang interaktif sehingga cocok untuk kelas pemula bahkan tingkat lanjutan, perangkat alat ukur virtual yang lengkap (seperti: *logic analyzer*, *multimeter*, *oscilloscope*, *frequency analyzer*, dsb.), dapat ditambahkan komponen dari vendor lain dengan syarat tersedia *SPICE component*, mampu mensimulasikan rangkaian dengan perangkat mikrokontroler (*load* bahasa C kedalam IC mikrokontroler virtual) dan sebagainya. *Software* ini telah banyak dipergunakan untuk pembelajaran elektronika interaktif [8], simulasi rancangan sistem elektronika dari suatu penelitian [9-10],

pembuatan PCB dalam suatu penelitian elektronika, [11-12], bahkan sebagai *prof-of-concept* untuk pengerjaan skripsi, tesis, ataupun tugas akhir [13-14].

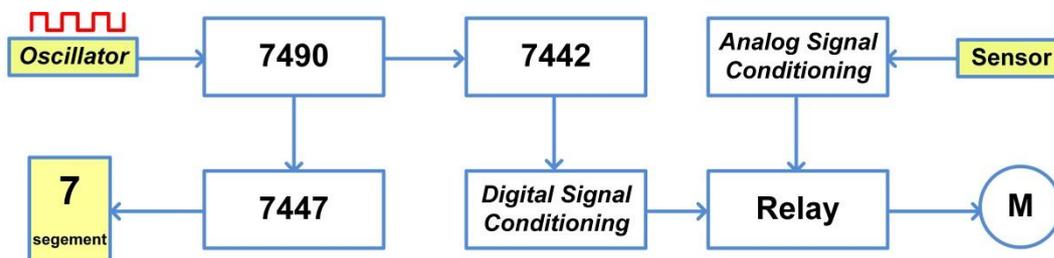
Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh penulis adalah mensimulasikan rangkaian kontrol menggunakan *software* LIVEWIRE® [15], namun kelemahannya *software* tersebut tidak dilengkapi dengan transformasi skematik ke PCB sehingga PROTEUS® merupakan pilihan yang tepat. Dengan komponen pembangun menggunakan IC digital CMOS, maka dari segi *cost* lebih terjangkau dibandingkan dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) yang mana harganya cukup mahal [16]. Harapan penulis, adalah dengan adanya sistem kontrol ini, dapat membantu meningkatkan produktivitas kerupuk yang disesuaikan dengan kapasitas minimum produksi. Proses mulai pengeringan dan meneduhkan lebih efektif dibandingkan metode konvensional.

Makalah ini terbagi menjadi empat bagian utama, bagian pertama mendeskripsikan latar belakang penelitian, bagian kedua menjabarkan metode perancangan yang mencakup blok diagram dan *flowchart* kerja rangkaian, bagian ketiga adalah hasil dan analisis yang mencakup realisasi blok diagram sistem dan pengujian fungsional secara simulasi dan terakhir adalah penarikan kesimpulan.

2. METODE PENELITIAN

1.1 Blok diagram

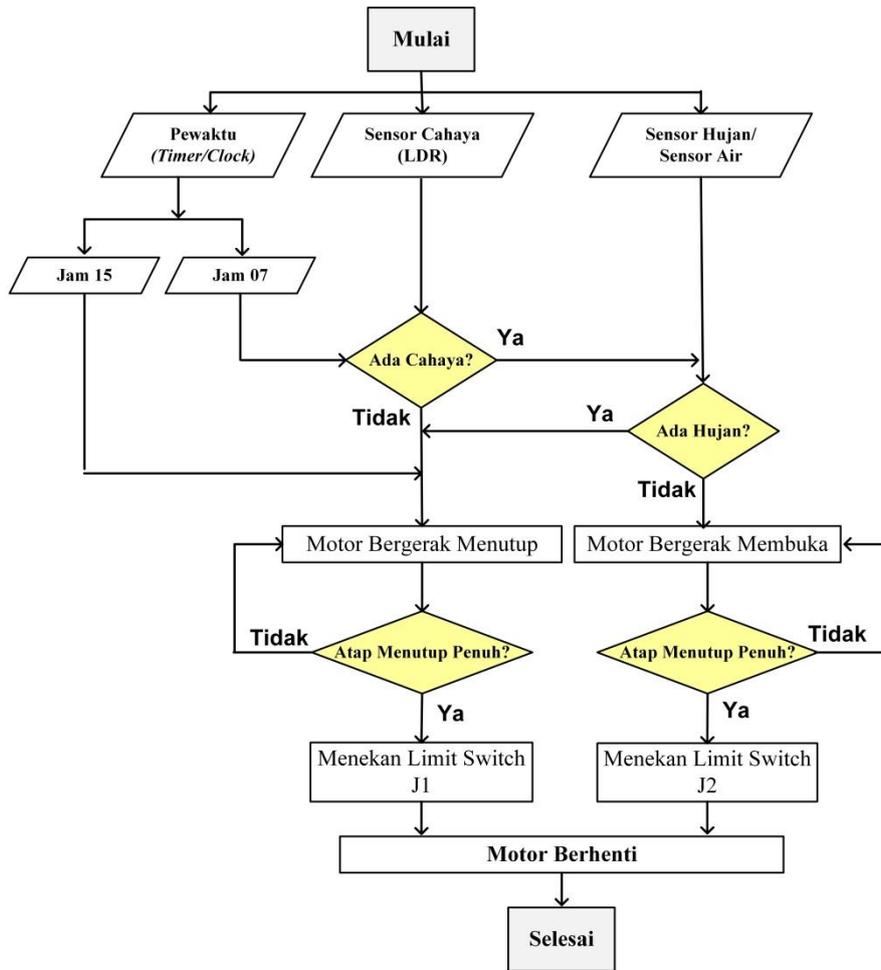
Adapun blok diagram rangkaian elektronik pengedali atap dari prototip pengering kerupuk ditunjukkan pada Gambar 1. Rangkaian tersusun atas beberapa komponen yang meliputi IC digital, sensor dan aktuator. Yakni sebagai berikut: 1) IC 7447 yang merupakan *binary-count-decimal* (BCD) ke komponen *output* seven-segment; 2) IC 7490 yang merupakan BCD *counter* yakni pencacah desimal dari bilangan biner; 3) IC 7442 yang merupakan *4-line BCD to 10-line decimals*, dipergunakan sebagai *decoder*; 4) rangkaian pembangkit pulsa digital; 5) Sensor LDR sebagai detektor redup dan terang cahaya matahari, (6) Sensor hujan sebagai detektor keberadaan butiran air hujan, (7) komponen *output* aktuator yakni sebuah Motor DC; dan 8) dua buah saklar (*switch*) *Normally Closed* (NC) untuk memberhentikan putaran motor ketika berputar searah jarum jam atau *Counter Wise* (CW) dan berlawanan jarum jam atau *Counter Clock Wise* (CCW).



Gambar 1. Blok diagram

1.2 Flowchart

Cara kerja dari sistem yang dirancang mengacu pada Gambar 2. Karena sebatas simulasi, maka representasi jam (*clock*) menggunakan dua digit dengan dua 2 buah komponen Seven-segment dan dicacah (*counting*) dari 00 sampai 23 oleh IC 7490 dan IC 7447. Kemudian, *output* IC 7490 dihubungkan ke IC 7442 untuk diubah menjadi bilangan desimal. Selanjutnya, *output* IC 7442 diproses oleh rangkaian *digital signal conditioning* yang terdiri atas IC 4049 (*NOT gate*) dan IC 4081 (*AND gate*), kemudian disambungkan ke rangkaian *driver* motor DC yang dalam hal ini menggunakan *relay* dua *switch*. Maka, motor DC bergerak kekanan atau membuka *rolling door* saat waktu menunjuk pukul 07 dan berhenti saat menyentuh saklar J2. Motor bergerak ke kiri atau menutup *rolling door* saat waktu menunjuk pada pukul 15 dan berhenti ketika menyentuh *limit switch* J1. Kedua rangkaian sensor dihubungkan langsung ke *relay*, dengan demikian saat sensor aktif pada rentang waktu 07 (7 AM) sampai 15 (3 AM) maka secara otomatis *rolling door* bergerak ke kiri. Saat sensor nonaktif antara waktu 07 sampai 15, maka *rolling door* bergerak ke kanan secara otomatis.



Gambar 2. Flowchart cara kerja sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Pewaktu dan Osilator

Implementasi kedalam rangkaian *clock* dan osilator ini mengacu pada Gambar 1 dimana jam digital menggunakan *counter* (IC 7490) dan *driver* Seven-segment (IC 7447) serta Seven-segment *Common Anode* dimana *output* IC 7447 dari $Q_A - Q_G$ disambungkan ke kaki a – b dari Seven-segment dan *input* IC 7447 dari A – D disambungkan ke IC 7490 dari $Q_0 - Q_3$. Kaki Q_1 IC U2 dan kaki Q_2 IC U4 diumpun ke IC *AND gate* 7408, karena pewaktu diatur mulai dari 00 sampai 23, yakni diambil saat kondisi 0010 dari U2 dan 0100 dari U4. Dengan demikian, ketika Seven-segment menunjukkan angka 23 atau pukul 23.00 (11 PM), maka *clock* akan melakukan *counting* ulang mulai dari 00 dan seterusnya. Acuan waktu yang digunakan dalam perancangan adalah waktu Indonesia barat (WIB) atau GMT+7.

Lama waktu (T) dari detik jam analog ketika bergerak adalah 1 *second* atau $f = 1$ Hertz, sehingga osilator yang didesain dalam simulasi ini untuk memberikan sinyal PWM adalah 1 Hz. Adapun perhitungannya mengacu pada persamaan(1), dimana detail penurunan persamaannya didiskusikan di [17]. Mengacu pada persamaan(2), $R_1 = R_2 = 1 \text{ K}\Omega$, maka $\beta = 0.5$, kemudian dipilih $R_3 = 50 \text{ K}\Omega$ sehingga $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$, untuk mencari T dilakukan dengan menyelesaikan persamaan(3). Rangkaian integrasi *clock* dengan osilator Astable Mutivibrator ditunjukkan pada Gambar 4.

$$T = \frac{1}{f}, f = 1 \text{ Hz maka } T = 1\text{s} \tag{1}$$

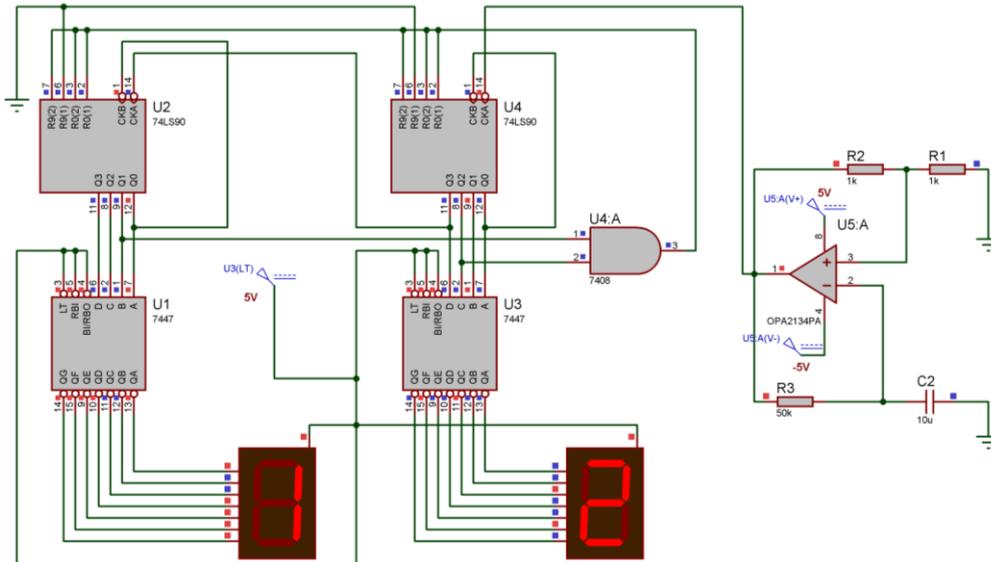
$$\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \tag{2}$$



$$T = 2 * R * C * \ln\left(\frac{1 + \beta}{1 - \beta}\right) \tag{3}$$

$$1s = 2 * 50 \text{ K}\Omega * C * 1.098$$

$$C = \frac{1}{2 * 50 \text{ K}\Omega * 1.098} = 9.1 \times 10^{-6}, \text{dipilih } 10 \mu\text{F}$$



Gambar 4. Rangkaian pewaktu (*timer*) dan Osilator Astable Multivibrator

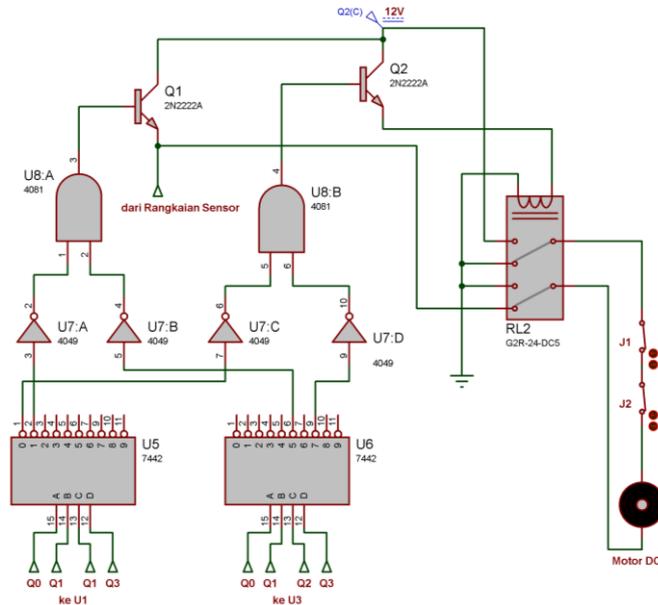
B. Perancangan kendali motor DC

Implementasi kedalam blok tahap akhir ini mengacu pada Gambar 1, dimana blok terdiri atas rangkaian pengkondisi sinyal digital dan rangkaian *driver* motor DC. Rangkaian *decoder* menggunakan IC 7442. Untuk menghasilkan angka desimal 07 dan 15 diperlukan konfigurasi dari kombinasi IC *counter* dan IC *decoder* sebagai berikut:

- *Output* dari U2 dihubungkan ke *input* U5 (diambil kaki pada saat U2 mencacah bilangan biner 0000 dan 0001), sehingga *output* U5 akan menghasilkan angka desimal 0 dan 1.
- *Output* U4 dihubungkan ke *input* U6 (diambil kaki pada saat U4 mencacah bilangan biner 0101 dan 0111), sehingga *output* U4 akan menghasilkan angka desimal 5 dan 7.
- *Output* dari IC U5 dan U6 adalah *high* atau ‘logika 1’, sehingga harus dibalik (*invert*) dengan menggunakan IC *NOT-gate* yakni 4049 atau U7.
- *Output* dari IC U5 dan U6 yang bernilai desimal 0 dan 7 dihubungkan ke IC U7:C dan U7:D, kemudian dihubungkan ke *input* IC *AND-gate* yakni 4081 atau U8:B
- *Output* dari IC U5 dan U6 yang bernilai desimal 1 dan 5 dihubungkan ke IC U7:A dan U7:B, kemudian dihubungkan ke *input* U8:A.

Dengan demikian bila *timer* menunjukkan angka desimal 07 pada seven-segmen, maka U8:B akan menghasilkan ‘logika 1’, dan saat menunjukkan angka desimal 15, U8:A akan menghasilkan ‘logika 1’. Tengganan *output* dari U8:A dan U8:B belum cukup untuk mengaktifkan relay 12 V_{DC}. Dengan demikian, dipasang transistor BJT 2N2222 sebagai *switch* dengan konfigurasi *common collector* karena hanya sebagai *buffer*. Ketika U8:A maupun U8:B dalam kondisi ‘on’, maka kaki basis akan mendapatkan tegangan >0.7 V_{DC} dan arus mengalir dari kaki kolektor IC ke *relay*, motor DC dan menuju *ground*, sehingga motor DC akan bekerja dan berhenti ketika *rolling door* menyentuh *limit switch* J1 atau J2.





Gambar 5. Rangkaian pengkondisi sinyal digital dan driver motor DC

C. Perancangan Sensor

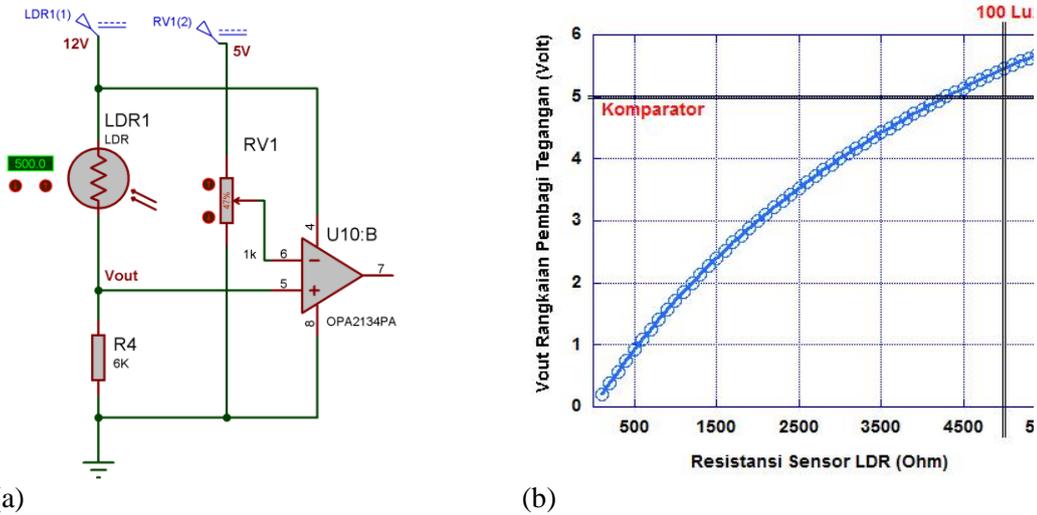
Untuk merancang sensor diperlukan karakterisasi masing-masing sensor yang dipakai (sensor cahaya dan sensor hujan), dalam hal ini sensor LDR menggunakan jenis MJ12516 ϕ 12, memiliki tipikal hambatan sebesar 1 M Ω dalam keadaan gelap (*dark resistance*) dan 5 – 10 K Ω saat 100 Lux. Untuk keperluan perancangan sensor cahaya pada prototip pengering kerupuk, dipergunakan referensi 100 Lux sebagai maksimum intensitas cahaya matahari sebagai representasi mendung, dimana saat itu resistansi LDR adalah ~5 K Ω . Adapun perhitungan menggunakan rumus *voltage divider* ($\frac{R_{LDR}}{R_4 + R_{LDR}} \times V_{CC}$), hasil hitung ditunjukkan pada persamaan (4) ketika matahari tertutup oleh awan (sekitar 100 Lux), dan persamaan (5) ketika kondisi terang (sekitar 1000 Lux dimana resistansi LDR \ll 5 K Ω). Perangkat relay dua switch OMRON G2R-24-DC5 yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah minimal disuplai 5 V_{DC}. Dengan demikian hanya ketika intensitas matahari 100 Lux, relay aktif dan menjadikan motor berputar CCW atau atap menutup. Rangkaian komparator dipergunakan sebagai pembangding dan memastikan bahwa tegangan output dari rangkaian sensor 5V_{DC} ketika ‘logika 1’ dan 0V_{DC} ketika logika 0. Rangkaian sensor LDR ditunjukkan pada Gambar 6(a) dan Karakteristik sensor LDR ditunjukkan pada Gambar 6(b).

$$\frac{5 \text{ K}\Omega}{6 \text{ K}\Omega + 5 \text{ K}\Omega} \times 12 \text{ VDC} = 5.45 \text{ VDC} \tag{4}$$

$$\frac{3 \text{ K}\Omega}{6 \text{ K}\Omega + 3 \text{ K}\Omega} \times 12 \text{ VDC} = 4 \text{ VDC} \tag{5}$$

Sementara sensor air hujan dalam simulasi ini direpresentasikan sebagai perangkat switch, yakni ketika terkena air (basah) diseluruh permukaannya akan bernilai ‘logika 1’ atau 5 V_{DC} dan logika 0 atau 0V_{DC} ketika permukaan sensor kering. Kedua sensor tersebut dihubungkan ke kaki emiter Q2. Dengan demikian, ketika kondisi ‘logika 1’, motor DC akan berputar tanpa memperdulikan *counting* pewaktu. Hal ini sesuai dengan kondisi yakni apabila terjadi hujan (sinar matahari redup dan sensor hujan terkena tetesan air secara simultan) antara pukul 07 sampai 15, maka motor DC akan berputar CCW dan apabila hujan mereda total maka motor DC akan berputar CW.





Gambar 5. (a) Rangkaian pengkondisi sinyal dari sensor LDR; (b) kurva resistansi sensor LDR terhadap tegangan output dari rangkaian pembagi tegangan

D. Pengujian Fungsional

Pengujian secara fungsional dilakukan untuk memastikan apakah rangkaian kontrol yang telah dirancang sesuai dengan *flowchart* kerja atau tidak. Dalam hal ini, hasil pengujian ditampilkan dalam Tabel 1. Dimana kondisi ‘1’ merupakan variabel aktif dan kondisi ‘0’ adalah variabel nonaktif. Dalam hal ini terdapat empat *input* yakni *limit switch* J1 dan J2, jam digital dan sensor. Sedangkan *output* X dan Y merupakan motor DC. Hasil sesuai dengan perancangan yang telah dideskripsikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Pengujian Fungsional Rangkaian Kontrol

INPUT				OUTPUT			Indikator
A	B	C	D	X	Y	C	
Jam Digital	Sensor	J1	J2				
0	0	0	0	0	0	-	
0	0	0	1	0	0	Nonaktif	
0	0	1	0	0	0	Nonaktif	
0	0	1	1	0	0	Nonaktif	
0	1	0	0	0	0	Nonaktif	
0	1	0	1	0	0	Nonaktif	
0	1	1	0	0	0	Nonaktif	
0	1	1	1	0	0	Nonaktif	
1	0	0	0	0	1	-	
1	0	0	1	0	1	CCW	3 AM
1	0	1	0	1	0	CW	7 AM
1	0	1	1	0	0	-	
1	1	0	0	1	0	-	
1	1	0	1	0	0	CCW	Hujan
1	1	1	0	0	0	Nonaktif	
1	1	1	1	0	0	-	

4. KESIMPULAN

Desain dan implementasi kedalam simulasi tentang rangkaian kendali berbasis IC digital pada alat pengering kerupuk telah dibahas dalam makalah ini yang mana cara kerja sesuai dengan ekpektasi. Adapun simulasi yang digunakan adalah PROTEUS® versi *student*. Secara singkat, prinsip kerja dari rangkaian ini adalah mengatur putaran motor DC untuk membuka (mode CW) dan menutup (mode CCW) atap alat pengering dengan dua variabel *input*, yakni: *timer*, sensor hujan dan sensor cahaya. Pada saat waktu menunjukkan pukul 07 yang berasal dari *count* IC digital, maka motor DC akan membuka dan akan menutup ketika menunjukkan pukul 15. Pengaturan waktu ini mengacu pada WIB atau GMT+7. Ketika sinar matahari redup dalam *range* waktu antara 07 sampai 15 maka sensor LDR akan aktif. maka motor DC akan berputar CCW atau menutup *rolling door* dengan otomatis tanpa menghiraukan *timer*. Begitu pula dengan sensor hujan saat aktif. Kemudian, saat LDR mendeteksi cahaya matahari sesuai dengan minimum level intensitasnya, maka atap secara otomatis akan membuka tanpa menghiraukan *timer*. Perangkat *Limit switch* J1 dan J2 yang dihubungkan secara seri pada *relay* berfungsi untuk menghentikan putaran motor saat *rolling door* menyentuhnya baik dalam mode CW atau CCW. Pada penelitian berikutnya, diperlukan perangkat *charger* berbasis sel surya sehingga mampu menyediakan suplai daya mandiri. Dan menggunakan menggunakan IC mikrokontroler AVR, *board* ARDUINO dan *board* FPGA dinilai lebih mudah, lebih terkustomisasi, dan lebih praktis dalam implementasi sistem control dibandingkan IC digital.

REFERENSI

- [1] S. Fuada, "Control System Design of Automatic Roof for Chips Drying Device (Software Version)," *Int. J. of Scientific & Engineering Research (IJSER)*, Vol. 4(7), 1408 – 1412, Juli 2013. ISSN 2229-5518.
- [2] T. Panggabean, A.N. Triana, dan A. Hayati, "Rancangan Alat Pengering Rengginang Hybrid Energi Surya dan Biomassa Pelepah Kelapa Sawit," *Prosiding Seminar Nasional FTIP UNPAD-PERTETA-HIPI*, pp. 79-86, November 2014. ISBN: 978-602-9238-92-1.
- [3] S. Nandiroh, C.C. Clarasari, dan Suranto, "Redesign Alat Pengering Intip untuk Industri Kecil Menengah Menggunakan Metode *Reverse Engineering*," *Prosiding Seminar Nasional IENACO*, pp. 64-72, 2016. ISSN: 2337-4349.
- [4] R. Firdaus, G.P. Annanto, dan B.S. Wibowo, "Alat Pengering Surya Tanpa Listrik (APKOSTRIK) untuk UMKM Kerupuk di Desa Brabo," Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang, *Prosiding PKMT* 2015.
- [5] M.Y. Fathany, S. Fuada, B.L. Lawu, dan M.A. Sulthoni, "Modelling and simulation of parallel triangular triple quantum dots (TTQD) by using SIMON 2.0," *AIP Conf. Proc.*, Vol. 1725, 020018, 2016, DOI: 10.1063/1.4945472.
- [6] S. Fuada, A.P. Putra, T. Adiono, dan Y. Aska, "Noise Analysis of Trans-impedance Amplifier (TIA) in Variety Op Amp for Use in Visible Light Communication System," *unpublished*.
- [7] S. Fuada dan F.T. Aquari, "Square Wave Generator Circuit Analysis Using MATLAB Approach," *Int. J. of Engineering Sciences and Research Technology (IJESRT)*, Vol. 2(2), pp. 371-382, Februari 2013.
- [8] N. Cholis dan A. Noortjahja, "Pembelajaran Rangkaian Listrik Berbasis *Software Proteus* sebagai Media Pembelajaran di MAN Gresik 1," *J. Inovasi Pendidikan Fisika*, Vol. 2(3), pp. 157 – 161, 2013.
- [9] S. Motahir, A. Chalh, A. Ghzizal, S. Sebti, dan A. Derouich, "Modeling of Photovoltaic Panel by using Proteus," *J. of Engineering Science and Technology Review (JESTR)*, Vol. 10, pp. 8 – 13, 2017.
- [10] H. Himawan, C. Supriyanto, dan A. Thamrin, "Design of Prepaid Energy Meter based on PROTEUS," *Prosiding 2nd Int. Conf. on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, pp. 239-243, Oktober 2015. DOI: [10.1109/ICITACEE.2015.7437806](https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2015.7437806)
- [11] S. Fuada, A.P. Putra, Y. Aska, dan T. Adiono, "Trans-impedance Amplifier (TIA) Design for Visible Light Communication (VLC) using Commercially Available OP-AMP," *Proc. of the 3rd*

- Int. Conf. on Information Tech. Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, pp. 31 – 35, October 2016. DOI: [10.1109/ICITACEE.2016.7892405](https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2016.7892405).
- [12] S. Fuada, A.P. Putra, Y. Aska and T. Adiono, “A First Approach to Design Mobility Function and Noise Filter in VLC System Utilizing Low-cost Analog Circuits,” *Int. J. of Recent Contributions from Engineering, Science, and IT (iJES)*, Vol. 5(2), pp. 14 – 30, 2017. DOI: [10.3991/ijes.v5i2.6700](https://doi.org/10.3991/ijes.v5i2.6700).
- [13] S. Fuada, “Pengembangan Trainer Oscilator Pada Mata Kuliah Workshop Instrumentasi Industri (PTEL-660) di Jurusan Teknik Elektro FT UM,” Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, Juni 2014. Skripsi tidak diterbitkan.
- [14] S. Fuada, “Design and Implementation of Analog Front-End Transceiver Module for Visible Light Communication System,” M.T. thesis, Dept. Elect. Eng., School of Electrical Engineering and Informatics, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2017.
- [15] S. Fuada, M. Huda dan R. Aprilowena, “A Study Basic Programmable Logic Controller (PLC) for Effective Learning,” *Int. Journal of Computers & Technology (IJCT)*, Vol. 3(3), pp. 470 – 473, 506. November – December 2012.
- [16] S. Fuada, “Pembuatan *Trainer Board* Astable Multivibrator (AM) sebagai Media Pembelajaran Pendidikan,” *J. Nasional Teknik Elektro (JNTE)*, Vol. 5(2), pp. 244 – 251, Juli 2016. DOI : [10.20449/jnte.v5i2.264](https://doi.org/10.20449/jnte.v5i2.264).
- [17] S. Fuada, A.P. Putra, dan T. Adiono, “Analysis of Received Power Characteristics of Commercial Photodiodes in Indoor LoS Channel Visible Light Communication,” *Int. J. of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, Vol. 8(7), Juli 2017.