

TERAKREDITASI RISTEKDIKTI No. 36b/E/KPT/2016

Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 13 NOMOR 2

AGUSTUS 2017

Perancangan Robot Light Follower untuk Kursi Otomatis dengan Menggunakan Mikrokontroler ATmega 328P 103-111

Roslidar, Alfatirta Mufti, dan Haris Akbarsyah

JRE	Vol. 13	No. 2	Hal 65–118	Banda Aceh, Agustus 2017	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	------------	-----------------------------	--------------------------------------

Perancangan Robot Light Follower untuk Kursi Otomatis dengan Menggunakan Mikrokontroler ATmega 328P

Roslidar, Alfatirta Mufti, dan Haris Akbarsyah
Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No.7, Banda Aceh 23111
e-mail: roslidar@unsyiah.ac.id

Abstrak—Artikel ini membahas tentang desain prototipe kursi light follower dengan pengaturan kecepatan putar motor DC berdasarkan tingkat intensitas cahaya berbasis mikrokontroler ATmega328p. Prototipe ini memberikan solusi agar kursi dapat kembali ke bawah meja secara otomatis dengan memanfaatkan prinsip kerja robot *light follower*. Posisi kursi setelah digunakan dapat saja menghadap tegak lurus terhadap meja, serong terhadap meja, atau membelakangi meja. Karena arah kursi terhadap meja bervariasi maka digunakan cahaya sebagai penentu arah pergerakan kursi karena pancaran cahaya mampu menjangkau berbagai area kursi kecuali bagian belakang kursi. Prototipe ini berfungsi jika kursi berada di hadapan meja, prototipe ini tidak dirancang untuk berfungsi bila posisi kursi tepat membelakangi meja. Untuk mendeteksi cahaya digunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Sumber cahaya yang digunakan adalah sebuah LED (*Light Emitting Diode*) *high power* 1 W yang diletakkan di bawah meja. Mikrokontroler ATmega328p digunakan untuk memproses data masukan dan keluaran. Kursi digerakkan dengan menggunakan dua unit motor DC yang berfungsi menggerakkan roda dengan arah pergerakan menuju cahaya di bawah meja. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi jarak terhadap meja di hadapannya sehingga kursi dapat berhenti pada posisi yang diinginkan.

Kata kunci: *robot light follower, ATmega328p, light dependent resistor (LDR), sensor ultrasonik, motor DC*

Abstract—This article discusses the design of light follower chair prototype with speed adjustment of DC motor according to light intensity using microcontroller ATmega328p. This prototype provides a solution for a chair to be back on the position under the table automatically by using a light follower robot principle. There are many possible positions of a chair after being used: perpendicular or sideways to the table. As the positions after being used are varied, the light is used to direct the chair toward under the table since the light can reach the area around the chair except for the back area. This prototype functions well if the chair is heading to the table and is not designed to function in the backward position. LDR (*Light Dependent Resistor*) sensors are used to detect the light. As the source of light, 1 W high power LED is put under the table. A microcontroller ATmega328p is used to execute the input and output of this system. Two DC motor are used as actuators to control the movement of the chair toward the light under the table. Ultrasonic sensors HC-SR04 are used to measure the distance between the table and the chair so that the chair can stop at the desired position.

Keywords: *light follower robot, ATmega328p, light dependent resistor (LDR), ultrasonic sensor, DC motor*

Copyright © 2017 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Kursi kantor beroda sangat nyaman untuk diduduki dan dapat dengan mudah dipindah-pindahkan posisinya tanpa perlu mengangkutnya. Dalam sebuah ruang kerja kantor, kursi semacam ini sangat banyak digunakan. Hal ini bertujuan agar para karyawan di kantor dapat lebih leluasa dalam bekerja dan tidak menghabiskan waktu berjalan kesana-kemari untuk mengambil berkas-berkas di ruang kantornya. Namun kursi tersebut tidak dapat kembali lagi ke bawah meja secara otomatis bila sudah dipindahkan.

Sebuah perusahaan otomotif multinasional asal Jepang, Nissan, telah membuat sebuah sistem untuk parkir

kursi cerdas yang telah diunggah ke situs YouTube Nissan Newsroom. Cara kerja dari parkir kursi cerdas tersebut yaitu dengan menggunakan sebuah kamera untuk mencari posisi kursi dan komunikasi via wifi untuk mengembalikan posisi kursi ke tempat semula [1], [2].

Penulis melihat sebuah alternatif yang bisa digunakan untuk pengaturan kursi agar kembali ke bawah meja, yaitu melalui pemanfaatan prinsip kerja robot *light follower* dengan sifat cahaya statis yang dipasang di bawah meja. Kursi dalam sebuah ruang kerja kantor berjarak cukup dekat dengan meja. Jika ada perubahan posisi kursi terakhir dengan posisi semula maka susunan kursi terlihat berserakan. Meskipun berserakan, posisinya berada di

sekitar meja tersebut sehingga masih dalam jangkauan sensor cahaya. Oleh karena itu, penulis membuat prototipe kursi yang mampu menuju ke bawah meja, dengan menggunakan prinsip kerja robot *light follower*.

Robot *light follower* adalah sebuah robot *mobile* yang mampu mendeteksi dan mengikuti sumber cahaya [3]. Cahaya yang diarahkan bersifat dinamis, dapat dipindah-pindahkan. Sifat dinamis ini masih melibatkan manusia dalam mengarahkan cahaya sehingga tidak efisien. Sifat ini efektif digunakan jika jarak robot dengan tempat tujuan berada di luar batas jangkauan sensor cahaya. Akan tetapi, untuk jarak yang dekat lebih efisien digunakan cahaya yang bersifat statis. Cahaya statis tidak memerlukan bantuan manusia dalam pengarahannya.

Supaya kursi memiliki kemampuan layaknya sebuah robot maka kursi tersebut harus dirancang untuk memiliki kemampuan dalam penalaran dan pengambilan keputusan. Caranya adalah dengan membekali kursi tersebut dengan suatu perangkat yang disesuaikan terhadap lingkungannya sehingga dapat digunakan sebagai indra untuk mengetahui keadaan lingkungannya, yang selanjutnya menghasilkan keputusan/keluaran sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat [4].

Dalam perancangan ini, kursi tidak dibuat dalam ukuran aslinya melainkan sebuah miniatur/prototipe. Bagian dudukan dan sandaran kursi tidak bisa diganti dengan perangkat elektronik karena menyebabkan perangkat tersebut rusak oleh beban orang yang duduk pada kursi tersebut sehingga hanya bagian penempatan roda kursi saja yang dimodifikasi untuk menampung perangkat elektronik tersebut.

Untuk memungkinkan perpindahan kursi, digunakan roda. Roda pada kursi dapat diasumsikan dengan motor DC (*Direct Current*) pada sebuah robot tipe kendaraan dan rover [5]. Pada desain prototipe ini, kursi dirancang agar mampu mendeteksi cahaya menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Kursi bergerak menuju sumber cahaya melalui putaran dua unit motor DC yang dipasang pada bagian depan sisi kiri dan kanan kursi. Sebuah roda juga dipasang di bagian belakang tengah kursi sebagai penyeimbang beban. Kursi berhenti pada jarak yang telah ditentukan dengan menggunakan sensor ultrasonik. Posisi kursi juga didesain agar mampu berhenti dengan posisi tegak lurus terhadap meja melalui pemanfaatan sensor LDR.

Lingkungan percobaan berupa sebuah ruangan yang berisikan sebuah meja dengan LED (*Light Emitting Diode*) sebagai sumber cahaya yang dipasang di bawah meja, sebuah saklar untuk menghidupkan sumber cahaya, dan sebuah robot yang diasumsikan sebagai kursi, serta sebuah saklar untuk mengaktifkan dan menonaktifkan proses kerja kursi tersebut. Sumber cahaya diletakkan pada posisi tertentu, di bawah meja, sehingga bersifat statis. Ketika kursi bergerak menuju cahaya tersebut maka kursi diasumsikan kembali ke posisi awalnya. Ketika intensitas cahaya rendah maka motor DC berputar cepat sedangkan ketika mencapai range intensitas tinggi maka motor DC akan berputar dengan kecepatan rendah

sehingga robot dapat berhenti pada posisi yang diinginkan tanpa mengalami *overshoot*. Untuk mendeteksi jarak dan halangan digunakan sensor ultrasonik.

Berikut ini, akan dipaparkan studi literatur mengenai semua komponen pendukung sistem kursi *light follower*. Kemudian dipaparkan metode yang menjelaskan cara kerja kursi *light follower*. Pada bagian hasil dan pembahasan, digambarkan hasil perancangan dan pengujian dari prototipe kursi *light follower*. Pada akhir artikel ini diberikan kesimpulan dari hasil perancangan dan saran untuk pengembangan kursi cerdas serupa.

II. STUDI PUSTAKA

A. Robot Light Follower

Robot *light follower* adalah sebuah robot *mobile* yang mampu mendeteksi dan mengikuti sumber cahaya. Prinsip kerja dari robot *light follower* dibagi ke dalam dua bagian. Pertama, dapat merasakan atau melacak intensitas paling tinggi dari pancaran cahaya dan kedua, dapat menggerakkan keseluruhan sistem atau badannya ke titik dengan intensitas paling tinggi. Kontruksinya sederhana dan memerlukan sejumlah komponen elektronik yang hemat biaya[3].

Prinsip kerja *light follower* banyak digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang menggunakan cahaya sebagai input utama ataupun sebagai salah satu input bagi sensor yang terlibat dalam suatu sistem yang memiliki banyak jenis sensor lainnya. Salah satu contoh sistem yang menggunakan cahaya sebagai input utama adalah *solar-tracking*. *Solar-tracking* adalah suatu sistem yang bertanggung jawab untuk pengendalian suatu benda, umumnya berbentuk panel surya, sehingga dapat mengikuti gerakan matahari agar benda tersebut mendapatkan intensitas sinar maksimum. Sung-Hyun Kim, et.al, mendesain sistem pencahayaan siang hari di dalam ruangan dengan menggunakan serat optik sebagai penghantar cahaya dan *solar-tracking* sebagai sistem yang menangkap cahaya matahari dari luar ruangan [6]. Sistem tracking yang dikembangkan tidak menggunakan photo-resistor sebagai sensor akan tetapi menggunakan *pre-programmed sun motion* yang menurut penulis akan mengurangi tingkat keakuratan dari sistem tersebut.

Sistem pengendalian panel surya yang berbasis *solar-tracking* cukup banyak dibahas dalam literatur-literatur ilmiah baik dalam bentuk *single* ataupun *dual-axis*. *Single-axis* adalah bentuk paling sederhana dari *solar-tracking* dimana gerakan panel surya akan mengikuti gerakan matahari dalam bentuk satu dimensi (*one degree of freedom*) [7]. Sensor yang digunakan untuk *tracking system* berupa satu atau dua LDR [7, 8, 9]. *Tracking system* yang lebih kompleks dikembangkan oleh T. C. Mallick, et.al. menggunakan cermin sebagai reflektor untuk memperkuat cahaya matahari yang diterima oleh empat sensor LDR [3]. Selain LDR, termometer dapat juga digunakan sebagai sensor, seperti yang digunakan oleh D. Gagari, dan B. R Arijit [10].

Perkembangan terbaru dalam pengendalian panel surya adalah dalam bentuk *dual-axis solar-tracking system (two degree of freedom)*. Kelebihan dari *dual-axis* ini, panel surya dapat mengikuti gerakan matahari dalam bentuk satu dimensi dan juga dapat mengikuti gerakan musiman matahari (*seasonal sun movement*) sehingga tentunya lebih presisi dalam mengikuti lintasan matahari sepanjang tahun. Yuwaldi Away dan M. Ikhsan telah mengembangkan *dual-axis sun tracker* menggunakan enam sensor LDR yang disusun dalam bentuk tetrahedron. Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, hasil yang didapatkan jauh lebih baik dalam hal akurasi, efektifitas dan *field of view* [11].

Prinsip kerja *light follower* robot juga dibahas oleh Pravin Kumar Singh, robot ini memiliki dua sensor LDR dan dapat mengikuti atau menghindari cahaya. Algoritma yang digunakan untuk menghindari cahaya sama dengan algoritma yang digunakan untuk mengikuti cahaya, hanya saja posisi LDR kanan dan kiri yang ditukar untuk mendapatkan efek penghindaran cahaya [12].

B. ATmega328p

ATmega328p adalah sebuah mikrokontroler berbasis RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*) 8 bit dari Atmel dengan performansi tinggi. Dengan mengeksekusi sejumlah instruksi dalam satu siklus tunggal, perangkat ini mampu mengeluarkan *throughputs* mencapai 1 MIPS (*Million Instructions Per Second*) per MHz dan menyeimbangkan konsumsi daya dengan kecepatan pemrosesan. Inti AVR mengkombinasikan satu set instruksi yang banyak dengan 32 tujuan utama, mengerjakan register. Semua register, yaitu 32, dihubungkan secara langsung ke ALU (*Arithmetic and Logic Unit*), mengizinkan dua register bebas untuk diakses dalam sekali instruksi dalam satu siklus tunggal [9].

Pada perancangan ini digunakan mikrokontroler Arduino Uno yang berbasis ATmega328p. Arduino merupakan sebuah platform perangkat keras *open-source* yang didesain berkapasitas 8 bit mikrokontroler Atmel AVR, atau 32 bit Atmel ARM dengan sebuah *clock* berkecepatan 16 MHz. Arduino mempunyai sebuah antarmuka USB, 14 pin I/O digital (6 diantaranya bisa digunakan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*)), 6 masukan analog, sebuah resonator keramik 16 MHz, sebuah soket daya, sebuah kepala ICSP, dan sebuah tombol reset. Mikrokontrolernya bisa ditenagai oleh daya sebuah laptop dengan sebuah kabel USB atau oleh sebuah adaptor AC ke DC atau baterai 6-20 V [13].

C. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik banyak digunakan sebagai navigasi pada robot *mobile* [14]. Sensor ultrasonik banyak digunakan untuk pendeteksian jarak dan pengenalan halangan pada robot-robot karena harganya yang murah, efisiensi yang tinggi, dan struktur yang relatif sederhana

[15]. Salah satu jenis sensor ultrasonik yang sering dipakai dalam melakukan eksperimen adalah HC-SR04. Jarak yang bisa ditangani berkisar antara 2 cm hingga 400 cm, dengan tingkat presisi sebesar 0,3 cm. Sudut deteksi yang bisa ditangani tidak lebih dari 15°. Arus yang diperlukan tidak lebih dari 2 mA dan tegangan yang dibutuhkan sebesar +5 V dengan jumlah pin 4 [16].

Sensor ultrasonik dapat dihubungkan dengan berbagai mikrokontroler dengan catuan tegangan 5 V. Mikrokontroler harus mengirimkan pulsa (*chirp*) dengan fungsi PULSOUT ke sensor ini terlebih dahulu untuk memulai pengukuran, lalu akan ada sinyal echo yang dikirim balik dari hasil pantulan ke sensor penerima. Sinyal PULSIN dari mikrokontroler mengukur waktu antara perubahan logika *high* dan *low* dan menyimpannya pada sebuah variabel [16].

Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan gelombang suara dihitung dengan menggunakan persamaan berikut,

$$\text{Jarak} = \text{Kecepatan suara} \times \frac{T}{2} \quad (1)$$

Dalam hal ini, T adalah waktu tempuh dari saat sinyal ultrasonik dipancarkan hingga kembali. Kecepatan suara adalah 343 m/detik [16].

Jarak dalam satuan cm adalah:

$$\text{Jarak} = 34300 \times \frac{T / 10^{-6}}{2} \text{ cm} = 0,343 \times \frac{T}{2} \text{ cm} \quad (2)$$

D. Light Dependent Resistor (LDR)

Light-Dependent Resistor (LDR) atau *photocell* adalah sebuah resistor variabel yang dikendalikan dengan cahaya dengan nilai resistansi sebagai fungsi dari radiasi elektromagnetik. LDR sangat bermanfaat khususnya dalam rangkaian sensor terang/gelap. Pada keadaan normal, resistansi dari LDR sangat tinggi, kadang-kadang mencapai 1000 k Ω , tetapi ketika diterangi dengan cahaya maka resistansinya jatuh secara drastis. LDR murah dan strukturnya sederhana [17], [18].

LDR bekerja berdasarkan prinsip kerja konduktivitas foto. Konduktivitas foto adalah sebuah fenomena optik yang membuat konduktivitas material-material meningkat ketika cahaya diserap oleh material tersebut. Ketika cahaya mengenai perangkat, elektron-elektron pada pita valensi dari semikonduktor akan berpindah ke pita konduksi.

Pada rancangan ini digunakan sensor LDR dengan bahan Cadmium Sulfida yang memiliki karakteristik listrik seperti pada Tabel 1.

E. Motor DC

Motor DC adalah jenis motor paling sederhana, yang memiliki dua kabel, yaitu catu daya dan *ground*. Pemberian catu daya boleh dibolak-balik untuk memberikan efek arah putaran yang berbeda. Motor akan berputar terus selama catu daya diberikan dan berhenti kalau catu daya

Tabel 1. Karakteristik Listrik LDR Cadmium Sulfida CdS [19].

Parameter	Kondisi	Min	Typ.	Max	Satuan
Resistansi Sel	1000 LUX	-	400	-	Ω
	10 LUX	-	9	-	k Ω
Resistansi Gelap	-	-	1	-	M Ω
Kapasitansi Gelap	-	-	3.5	-	pF
Waktu Naik (Rise Time)	1000 LUX	-	2.8	-	ms
	10 LUX	-	18	-	ms
Waktu Jatuh (Fall Time)	1000 LUX	-	48	-	ms
	10 LUX	-	120	-	ms
Tegangan Puncak AC/DC	-	-	-	320	V max
Arus	-	-	-	75	mA max
Disipasi Daya	-	-	-	100	mW max
Suhu Operasi	-	-60	-	+75	$^{\circ}\text{C}$

diputus. Motor DC memiliki dua bagian penting. Bagian pertama adalah stator, yaitu bagian yang tidak berputar dan bagian kedua dinamakan rotor, yakni bagian yang berputar. Di rotor inilah, poros diletakkan. Di ujung poros dapat dipasang objek yang ingin diputar [20].

Pengaturan kecepatan memegang peranan penting dalam motor searah karena motor searah mempunyai karakteristik kopel-kecepatan yang menguntungkan dibandingkan dengan motor lainnya.

Untuk motor searah dapat diturunkan rumus sebagai berikut.

$$n = \frac{V_t - I_a R_a}{C\phi} \quad (3)$$

Dari persamaan di atas, dapat dilihat bahwa kecepatan (n) dapat diatur dengan mengubah-ubah besaran ϕ , R_a , atau V_t [20].

Pengaturan kecepatan dengan mengatur medan shunt (ϕ) dilakukan dengan cara menyisipkan tahanan variabel yang dipasang secara seri terhadap kumparan medan (pada motor shunt), dengan mengatur arus medan I_f dan fluksnya (ϕ). Cara ini sangat sederhana dan murah, selain itu rugi panas yang ditimbulkan kecil pengaruhnya. Karena besarnya fluks yang bisa dicapai oleh kumparan medan terbatas, kecepatan yang dapat diatur pun terbatas [20].

Kecepatan terendah didapat dengan membuat tahanan variabel sama dengan nol, sedangkan kecepatan tertinggi dibatasi oleh perencanaan mesin dimana gaya sentrifugal maksimum tidak sampai merusak rotor. Kopel maksimum didapat pada kecepatan terendah [20].

Pengaturan kecepatan pada tahanan R_a dilakukan dengan cara menyisipkan tahanan variabel secara seri terhadap tahanan jangkar sehingga tahanan jangkar pun dapat diatur. Dengan demikian, kecepatan motor pun dapat diatur. Cara ini jarang dipakai karena penambahan tahanan seri terhadap tahanan jangkar menimbulkan rugi panas yang cukup besar [20].

Prinsip kerja pengaturan kecepatan dengan mengatur

V_t dikenal sebagai sistem Ward Leonard. Motor yang dipakai adalah motor berpenguatan bebas. Penggerak awal (biasanya motor induksi) digunakan untuk menggerakkan generator G pada suatu kecepatan konstan. Perubahan tahanan medan R_G akan mengubah tegangan V_t yang diberikan pada motor. Perubahan ini mempunyai batas yang cukup lebar. Kadang-kadang pengaturan V_t juga dibarengi dengan pengaturan fluks medan motor, yaitu dengan mengatur tahanan medan R_M . Cara ini menghasilkan suatu pengaturan kecepatan yang sangat halus dan banyak dipakai untuk *lift*, mesin bubut, dan lain-lain [20].

Pada perancangan prototipe kursi *light follower*, aplikasi pengontrolan motor menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM), yaitu sebuah cara untuk menghantarkan energi melalui deretan pulsa dari sinyal kontinyu yang terus bervariasi (analog). Dengan meningkatkan atau menurunkan lebar pulsa, controller mengatur energi yang mengalir ke motor. Induktansi motor bertindak seperti sebuah penyaring (*filter*), menyimpan energi selama siklus ON sambil melepaskannya pada kecepatan yang bersesuaian terhadap sinyal masukan ataupun sinyal referensi [21].

Driver motor DC menggunakan IC L298N yang merupakan rangkaian monolis terintegrasi dalam sebuah paket/modul Multiwatt15 dan PowerSO20. IC ini merupakan *driver* rangkap jembatan penuh (*dual full-bridge*) dengan tegangan tinggi dan arus tinggi. Operasi catu tegangan mencapai 46V dan total arus DC mencapai 4A. Perangkat ini didesain untuk memenuhi standar tingkatan logika TTL dan mampu menjalankan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC, dan motor stepper. Dua masukan *enable* disediakan untuk memungkinkan atau tidak memungkinkan perangkat secara bebas dari sinyal-sinyal masukan. Emiter-emiter transistor di setiap jembatan dihubungkan bersama dan terminal eksternal yang berhubungan bisa digunakan untuk koneksi resistor penginderaan luar [22].

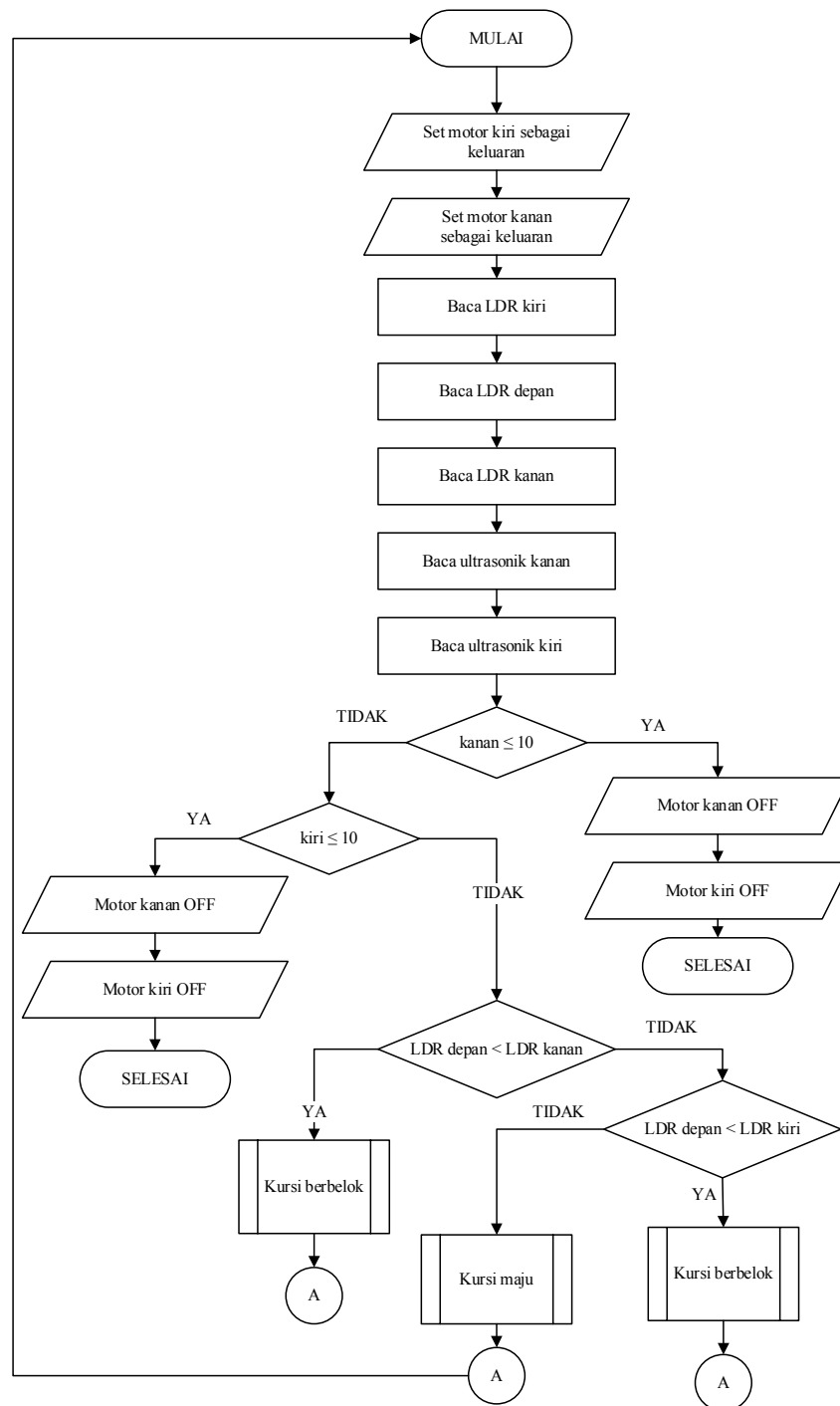
III. METODE

A. Spesifikasi Prototipe

Perancangan ini mengasumsikan sebuah ruangan kantor yang berisikan dua buah meja sebagai lingkungan kerja dari kursi *light follower*. Adapun desain prototipe ruangan tersebut berukuran panjang 75 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 40 cm. Sedangkan mejanya berukuran panjang 30 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 23 cm. Desain prototipe kursi *light follower*-nya berukuran panjang 13,6 cm, lebar 12 cm, dan tinggi 29 cm.

Sumber cahaya yang digunakan adalah cahaya yang panjang gelombangnya termasuk ke dalam cahaya tampak. LED *ultra bright white* 1 Watt digunakan sebagai sumber cahaya yang diletakkan di bagian tengah sisi hadapan meja dengan ketinggian 12 cm dari dasar miniatur. Sumber cahaya tersebut bersifat statis sehingga tidak bisa dipindahkan dari posisi awalnya.

Aktuator yang digunakan adalah 2 buah motor DC



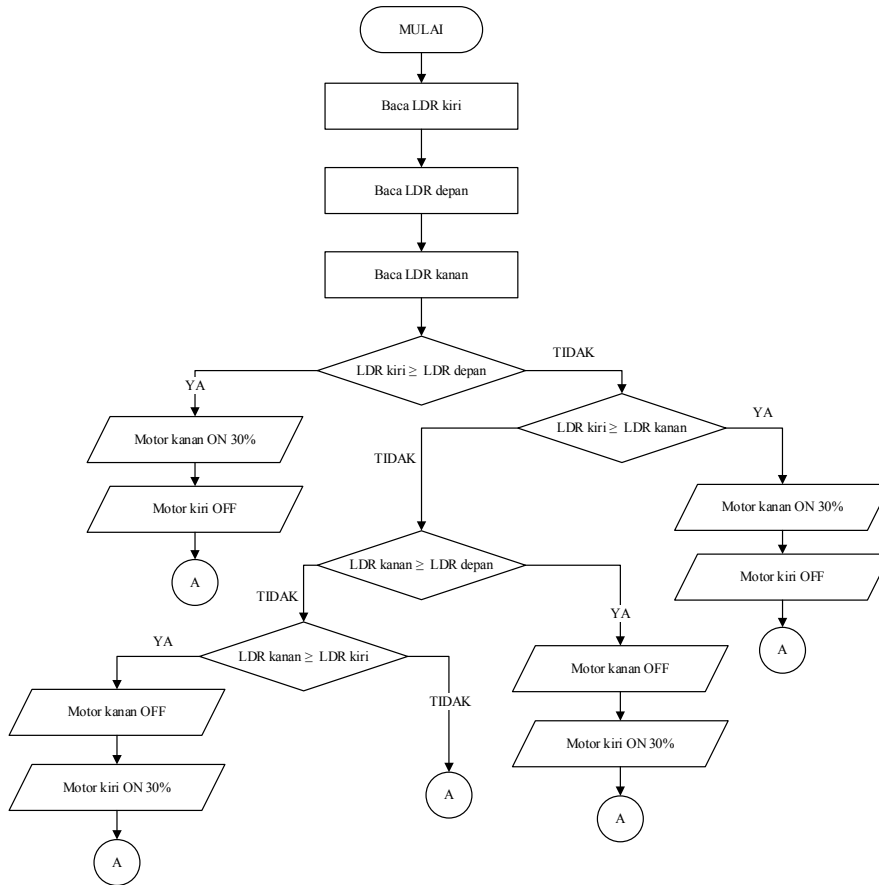
Gambar 1. Diagram alir kerja sistem kursi light follower

yang beroperasi pada tegangan 3V-12V. Motor DC tersebut digabungkan dengan roda yang masing-masing diletakkan di sisi kiri dan sisi kanan robot. Satu roda lagi dipasang di bagian bawah belakang kursi sebagai penyeimbang.

Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328p. Metode utama yang digunakan adalah *light follower* dengan menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). LDR digunakan sebanyak 3 unit yang masing-masing dipasang di bagian depan, sisi kanan, dan sisi kiri kursi. Selain itu, pada bagian depan kursi juga digunakan 2 sensor ultrasonik, yaitu di sisi kanan dan di sisi kirinya

yang berfungsi mendeteksi jarak untuk memberhentikan kursi pada jarak yang diinginkan, pada perancangan ini berjarak 10 cm.

Pencahayaan ruangan untuk lingkungan kerja prototipe ini dilihat untuk dua kondisi, yaitu ketika redup dan ketika gelap. Kursi ini didesain untuk bekerja jika kursinya berada di hadapan meja dengan berbagai arah kecuali jika pada kondisi kursi tepat membelakangi meja. Kursi tidak dirancang untuk berfungsi jika tepat membelakangi sumber cahaya. Pada prototipe ini diasumsikan jarak kursi terhadap meja cukup dekat untuk dijangkau oleh sensor



Gambar 2. Bagian proses kursi berbelok dari diagram alir kerja sistem kursi light follower

LDR.

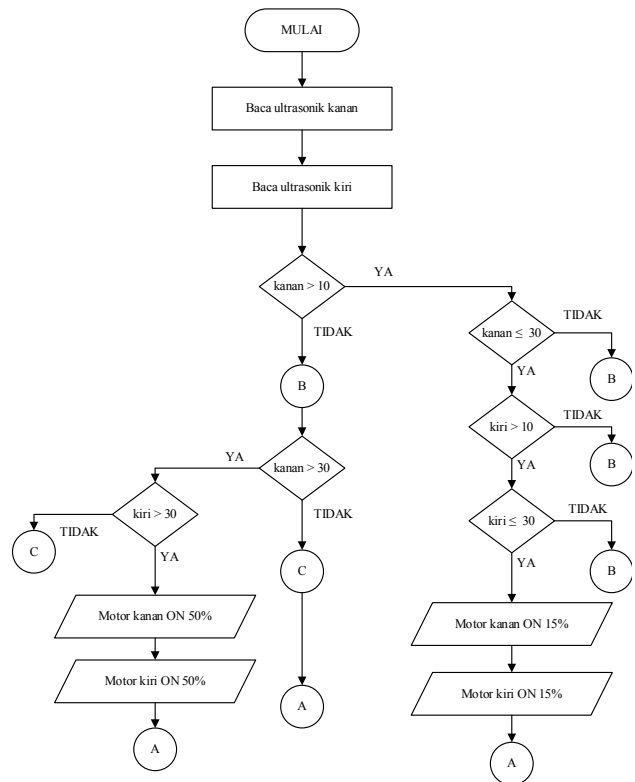
B. Diagram Alir Sistem

Setelah semua komponen dihubungkan dengan mikrokontroler, dilakukan pemrograman untuk menselaraskan pembacaan data agar memenuhi kondisi yang diinginkan. Data yang dibaca adalah intensitas cahaya dan jarak. Intensitas cahaya dibaca melalui masukan data dari sensor LDR ke mikrokontroler untuk menentukan arah pergerakan kursi. Sedangkan jarak dibaca menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pengaturan kecepatan putar motor DC.

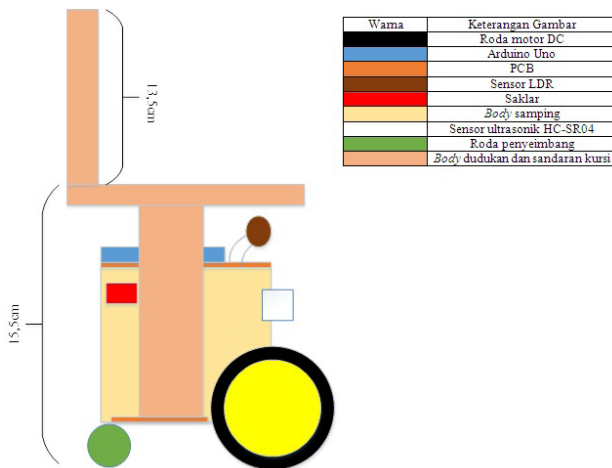
Gambar 1 memperlihatkan diagram alir sistem dari prototipe robot *light follower*. Jika pembacaan sensor ultrasonik kanan ataupun kiri lebih kecil atau sama dengan 10 cm maka kursi akan berhenti dengan menonaktifkan motor DC kanan dan kiri. Jika pembacaan sensor LDR depan lebih kecil dari LDR kanan ataupun lebih kecil dari LDR kiri maka dilanjutkan ke sub program kursi berbelok, jika tidak maka dilanjutkan ke sub program kursi maju.

Proses kursi berbelok ditunjukkan pada Gambar 2. Kursi akan berbelok ke kiri jika nilai yang dibaca sensor LDR kiri lebih besar dari sensor LDR depan dan LDR kanan. Kursi berbelok ke kiri dengan cara mengaktifkan motor DC kanan dan menonaktifkan motor DC kiri, kecepatan berbeloknya adalah 30% dari kecepatan penuhnya. Jika nilai yang dibaca sensor LDR kanan lebih

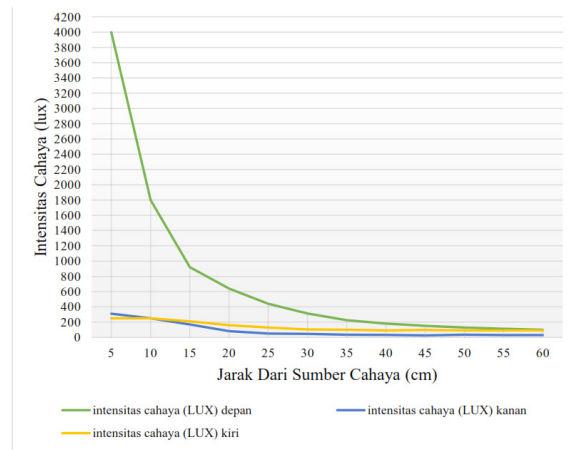
besar dari sensor LDR depan dan LDR kiri maka kursi



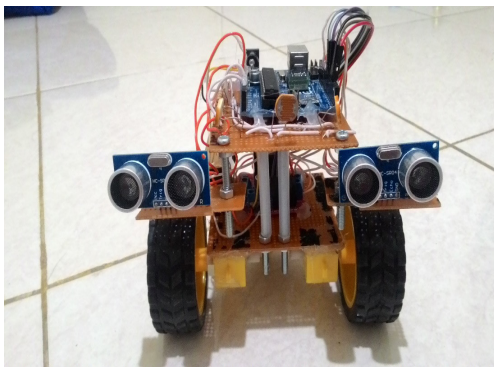
Gambar 3. Bagian proses kursi bergerak maju dari diagram alir kerja sistem kursi light follower



Gambar 4. Desain robot dengan sandaran dan dudukan kursi



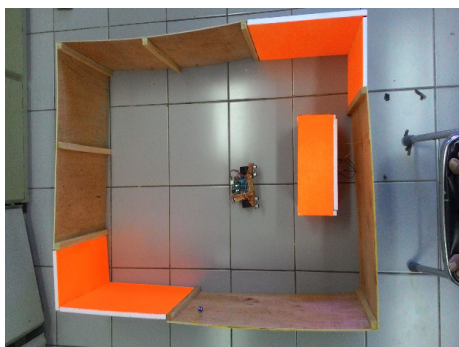
Gambar 7. Grafik intensitas cahaya terhadap jarak kursi light follower dari sumber cahaya



Gambar 5. Prototipe kursi light follower tanpa dudukan dan sandaran kursi

dibuat berbelok ke kanan. Kursi berbelok ke kanan dengan cara mengaktifkan motor DC kiri dan menonaktifkan motor DC kanan, kecepatannya juga 30% dari kecepatan penuhnya.

Gambar 3 menunjukkan proses kursi bergerak maju. Jika nilai pembacaan sensor ultrasonik kanan dan kiri berada di antara nilai lebih besar dari 10 dan lebih kecil atau sama dengan 30 maka kursi bergerak maju dengan kecepatan 15% dari kecepatan penuhnya. Sedangkan jika nilai yang dibaca sensor ultrasonik kanan dan kiri lebih besar dari 30 maka kursi bergerak maju dengan kecepatan putar motor DC adalah 50% dari kecepatan penuhnya.



Gambar 6. Ruang pengujian prototipe kursi light follower

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prototipe Kursi Light Follower

Gambar 4 menunjukkan desain robot *light follower* dengan dudukan dan sandaran kursi tampak samping. Ketinggian kursi dari dasar hingga bagian atas dudukannya adalah 15,5 cm, sedangkan ketinggian sandarannya yang diukur dari bagian atas dudukan kursi adalah 13,5 cm. Sehingga tinggi keseluruhan kursi adalah 29 cm. Dimensi panjang dan lebar adalah 13,6 cm dan 9,3 cm. Bagian dudukan dan sandaran kursi dibuat menggunakan *styrofoam*. Adapun keterangan warna dari gambar dapat dilihat di samping.

Gambar 5 menunjukkan prototipe kursi *light follower* yang dilihat dari bagian depan tanpa pemasangan dudukan dan sandaran kursi. Prototipe ini difungsikan dalam keadaan ruangan yang redup atau gelap karena ruangan kantor tidak digunakan lagi ketika sore sebab karyawan telah selesai bertugas. Prototipe ini mengkondisikan pencahayaan yang redup agar nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sumber yaitu LED 1W *high power* tidak dipengaruhi oleh pencahayaan sekitarnya.

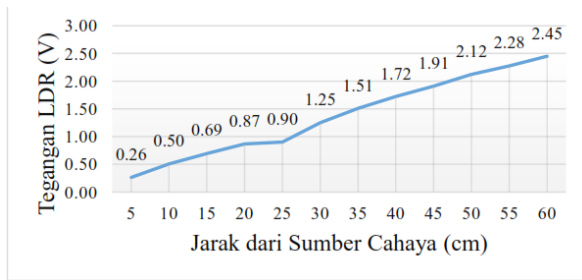
B. Pengujian Prototipe

Untuk menguji prototipe kursi *light follower* digunakan ruangan seperti tampak pada Gambar 6. Dalam ruangan ini, prototipe kursi dijalankan dalam arah tegak lurus, dan tepat menghadap meja. Sumber cahaya, berupa LED 1W *high power* yang diletakkan di bawah meja.

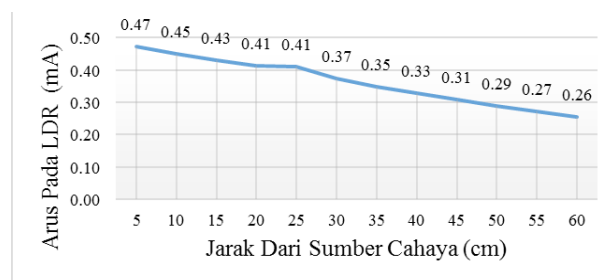
C. Hasil Pengujian

Gambar 7 memperlihatkan data intensitas cahaya terhadap jarak kursi. Jika jarak kursi terhadap sumber cahaya 5 cm maka intensitas bagian depan kursi mencapai 4000 lux. Sedangkan jika ditambahkan jaraknya menjadi 10 cm maka terjadi penurunan yang signifikan menjadi 1800 lux sehingga terjadi penurunan sebesar 2200 lux.

Pada sisi kanan dan sisi kiri kursi hanya mencapai nilai



Gambar 8. Grafik tegangan LDR terhadap jarak dari sumber cahaya



Gambar 9. Grafik arus pada LDR terhadap jarak dari sumber cahaya

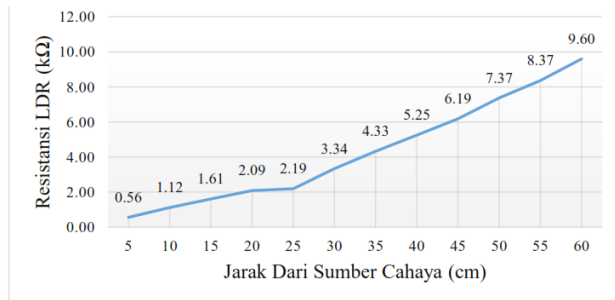
intensitas cahaya maksimum 310 lux. Sedangkan untuk penambahan jarak berikutnya tidak terjadi penurunan intensitas cahaya yang sangat signifikan seperti pada bagian depan.

Berdasarkan data tersebut robot akan bergerak lurus ke arah sumber cahaya jika sensor LDR depan mendapatkan intensitas cahaya lebih besar dari sensor LDR kiri atau kanan. Robot akan berbelok ke arah kanan jika sensor LDR kanan mendapatkan intensitas cahaya paling besar dibandingkan sensor LDR depan dan kiri, sebaliknya robot berbelok ke kiri jika sensor LDR kiri mendapatkan intensitas cahaya paling besar.

Resistansi LDR berubah-ubah setiap saat tergantung dari intensitas cahaya yang diterimanya. Pada perancangan ini diambil sepuluh sampel data untuk setiap jarak yang diukur. Dari kesepuluh sampel tersebut diambil nilai minimum dan maksimumnya yang kemudian dikonversikan ke nilai tegangan. Nilai maksimum yang dibaca Arduino IDE adalah 1023 yang berarti tegangannya maksimum, yaitu 5 Volt sehingga untuk satu angka yang dibaca Arduino IDE bernilai 0,004887586 Volt. Jadi, untuk setiap nilai yang dihasilkan oleh Arduino dikalikan dengan 0,004887586 untuk mengetahui tegangannya.

Pada perancangan ini, sensor LDR disertai dengan sebuah resistor 10 kΩ. Data yang dibaca oleh Arduino IDE adalah nilai tegangan pada resistor 10 kΩ. Tegangan pada resistor 10 kΩ dihasilkan dengan mengalikan nilai yang terbaca dengan 0,004887586. Data pada Gambar 8 menunjukkan bahwa semakin jauh dari sumber cahaya maka semakin rendah tegangan yang dihasilkan pada resistor tersebut.

Pada rangkaian seri arus di setiap komponennya adalah sama. Arus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan hukum Ohm. Nilai tegangan resistor yang telah dikonversi dibagi dengan 10 kΩ menghasilkan arus seperti pada Gambar 9. Nilai arus pada resistor 10 kΩ sama dengan arus pada sensor LDR. Berdasarkan grafik pada Gambar 9 tampak bahwa semakin jauh sensor LDR dari sumber cahaya maka arusnya akan semakin kecil. Sebaliknya jika semakin dekat dengan sumber cahaya maka arus akan



Gambar 10. Grafik resistansi LDR terhadap jarak dari sumber cahaya

semakin besar. Dengan memanfaatkan nilai arus, dapat dihitung resistansi LDR berdasarkan hukum Ohm.

Dengan membagi tegangan sensor LDR dengan arus, maka dihasilkan resistansi LDR seperti pada Gambar 10. Nilai resistansi pada Gambar 10 menunjukkan bahwa semakin jauh sensor LDR dari sumber cahaya maka resistansinya semakin besar. Sebaliknya semakin dekat sensor LDR dengan sumber cahaya maka semakin kecil resistansinya.

D. Pengaturan Kecepatan Motor

Dengan mengambil nilai baca Arduino IDE bagian depan yang minimum sebagai acuan batas-batas kecepatan yang dibangkitkan ke motor DC dapat diatur kecepatan putar dari motor DC. Kecepatan putar motor DC ini diatur melalui metode PWM (*Pulse Width Modulation*). Dari nilai baca Arduino IDE tersebut dibuat PWM-nya seperti pada Tabel 2. Pada rancangan ini, digunakan 3 kondisi PWM, yaitu:

1. Pada jarak lebih besar dari 30 cm maka kecepatan putar motor DC yang dihasilkan adalah 50% sehingga berputar setengah dari kecepatan penuhnya.
2. Pada jarak 10 cm s/d 30 cm maka PWM yang dihasilkan adalah 15% sehingga kecepatannya menurun
3. Pada jarak 0 cm s/d 10 cm maka PWM yang dihasilkan 0% sehingga motor DC berhenti berputar.

Ketiga kondisi PWM di atas berfungsi untuk mengatur kecepatan putar dari motor DC. Jika kursi berada pada posisi jauh dari sumber cahaya maka kursi bergerak cepat menuju sumber cahaya tersebut. Sedangkan jika kursi sudah mendekati sumber cahaya maka kursi akan menurunkan kecepatannya agar dapat berhenti pada posisi yang diinginkan dan tidak terjadi *overshoot* sehingga

Tabel 2. PWM dari motor DC

Jarak (cm)	PWM (%)
0 s/d 10	0
10 s/d 30	15
30 s/d 60	50

posisi kursi berhenti pada jarak sekitar 10 cm dari sumber cahaya, intensitas cahaya pada jarak tersebut bernilai lebih besar dari 1800 lux. Untuk pembacaan jarak untuk pengaturan PWM digunakan sensor ultrasonik.

Kecepatan PWM yang lebih besar dari 50% s/d 100% tidak digunakan karena terlalu cepat sehingga sulit untuk mengontrol jarak. PWM yang digunakan dimulai dari 50% ke bawah karena menghasilkan gerakan kursi yang lebih stabil terhadap jarak.

Sedangkan untuk kondisi berbelok digunakan kecepatan 30% dari PWM agar kursi berbelok secara perlahan. Jika kursi berbelok dengan tajam akan mempengaruhi kinerja sistem dan bisa mengakibatkan kursi hanya berputar-putar diposisinya.

V. KESIMPULAN

Prototipe kursi ini mampu kembali ke bawah meja dalam arah tegak lurus, dengan berbagai posisi awal kursi relatif terhadap meja (menghadap meja ataupun membentuk sudut tertentu).

Pengaturan kecepatan putar motor DC dari prototipe ini terbagi ke tiga kondisi PWM untuk bergerak maju, yaitu: jarak 0 s/d 10 sebesar 0%, jarak 10 s/d 30 sebesar 15%, jarak >30 sebesar 50%. Sedangkan untuk berbelok digunakan PWM 30%.

Prototipe ini bekerja dengan baik ketika pencahayaan ruangan dalam kondisi gelap. Prototipe kursi ini berhenti pada jarak lebih kecil atau sama dengan 10 cm terhadap sumber cahaya. Pada jarak tersebut intensitas cahayanya lebih besar dari 1800 lux.

Prototipe ini dapat berhenti dengan menggunakan intensitas cahaya sebagai penentu jarak antara robot dan sumber cahaya. Akan tetapi intensitas cahaya sebagai penentu jarak kurang dapat diandalkan karena intensitas sumber cahaya dapat berkurang jika baterai semakin lemah. Oleh karena itu penulis menggunakan sensor ultrasonik sebagai penentu jarak untuk berhenti.

Prototipe ini dapat dikembangkan dengan menambah beberapa perangkat lainnya untuk penyempurnaan, seperti perangkat untuk memberitahukan baterai telah habis. Selain itu juga bisa dikembangkan agar sistem ON/OFF kursi berdasarkan ada tidaknya beban pada kursi.

REFERENSI

- [1] Nissan Newsroom [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=O1D07dTILHO>
- [2] Dikdo Maruto, Nissan Perkenalkan Kursi Pintar yang Bisa Berjalan dan 'Parkir' [Online]. Available : <http://www.pikiran-rakyat.com/video/2016/02/19/361517/nissan-perkenalkan-kursi-pintar-yang-bisa-berjalan-dan-parkir>.
- [3] Mallick, T.C.; Munna, M.S.; Barua, B.; Rahman, K.M., "A design & implementation of a single axis solar tracker with diffuse reflector," in *Strategic Technology (IFOST), 2014 9th International Forum on* , vol., no., pp.289-293, 21-23 Oct. 2014

- [4] Fadlisyah, Adzuha Desmi, T. Iqbal Faridiansyah, *Robotika: Reasoning, Planning, Learning*. Graha Ilmu, 2008.
- [5] Andi Nalwan, *Teknik Rancang Bangun Robot*. Penerbit ANDI, 2012.
- [6] Sung-Hyun Kim, Min-Hwan Lee, Jae-Sik Park, Kyung-Goo Lee, In-Kag Hwang, "Solar tracking system for lighting fiber", *Proceedings of IEEE Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2014)*, 2014, DOI: 10.1364/CLEO_AT.2014.JW2A.137
- [7] Bhavesh Pandey, "Anita Agrawal, Automatic Sun Tracking System Using PSoC", *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 1: Issue 1, November 2012, ISSN: 2319-8753.
- [8] Ankit Anuraj, and Rahul Gandhi, "Solar Tracking System Using Stepper Motor", *International Journal of Electronic and Electrical Engineering*, Volume 7: Number 6, pp. 561-566, 2014, ISSN 0974-2174.
- [9] Benny Cherian, Lakshmi P, Linda Joseph, Madhu PM, Minu John, "Development of Automated Solar Tracker for High Efficiency Solar Panels,"*International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, Vol. 3: issue 2, pp. 7681-7685, February 2014, ISSN: 2278 – 8875.
- [10] D. Gagari Deb, and B. D. Arijit, "Use of Solar Tracking System for Extracting Solar Energy", *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, Vol.4: No.1, pp. 42-46, February 2012, ISSN: 1793-8163.
- [11] Yuwaldi Away and M. Ikhsan, "Dual-axis Sun Tracker Sensor based on Tetrahedron Geometry", *Automation in Construction*, Volume 73: January 2017, pp. 175-183, 2017, ISSN: 0926-5805.
- [12] PK. Singh, "Arduino based Photovore Robot", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 4: Issue 4, pp. 1004-1015, April 2013, ISSN: 2229-5518.
- [13] M. Fatehnia, S. Paran, S. Kish, K. Tawfiq, "Automating double ring infiltrometer with an Arduino microcontroller," *Geoderma*, vol. 262, pp. 133-139, 15 Januari 2016, ISSN 0016-7061.
- [14] A. Medina-Santiago, J.L. Camas-Anzueto, J.A. Vazquez-Feijoo, H.R. Hernández-de León, R. Mota-Grajales, "Neural Control System in Obstacle Avoidance in Mobile Robots Using Ultrasonic Sensors," *Journal of Applied Research and Technology*, vol. 12, issue 1, pp. 104-110, Feb. 2014, ISSN 1665-6423.
- [15] Jongkyu Park, Yub Je, Haksue Lee, Wonkyu Moon, "Design of an ultrasonic sensor for measuring distance and detecting obstacles," *Ultrasonics*, vol. 50, issue 3, pp. 340-346, Mar. 2010, ISSN 0041-624X
- [16] Abdul Kadir, *Arduino: Panduan Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler*. Penerbit Andi, 2015.
- [17] Widodo Budiharto, *Robot Tank dan Navigasi Cerdas*, Edisi 1. Elex Media Komputindo, 2010.
- [18] Light Dependent Resistor | LDR and Working Principle of LDR [Online]. Available: <http://www.electrical4u.com/light-dependent-resistor-ldr-working-principle-of-ldr/>
- [19] Light dependent resistor datasheet [Online]. Available: [kennarar.vma.is/thor/v2011/vgr402/ldr.pdf](http://www.vma.is/thor/v2011/vgr402/ldr.pdf)
- [20] Zuhail, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Gramedia Pustaka Utama, 1993.
- [21] Pulse Width Modulation [Online] Available: fab.cba.mit.edu/classes/961.04/topics/pwm.pdf
- [22] STMicroelectronics, L298 Dual Full-Bridge Driver, STMicroelectronics, 2000.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

