

PENGEMBANGAN SISTEM LAMPU KENDARAAN OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR CAHAYA

Alfa Satya Putra¹⁾

*¹⁾Sistem Komputer, Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H. Thamrin Boulevard 1100, Tangerang, Banten
Email : alfa.putra@uph.edu*

Abstrak . *Teknologi lampu kendaraan semakin berkembang seiring dengan perkembangan teknologi. Namun jumlah kecelakaan yang terjadi pada malam hari tetap jauh lebih banyak dibanding siang hari, walaupun jumlah kendaraan yang keluar pada malam hari jauh lebih sedikit dibanding siang hari. Salah satu penyebab kecelakaan adalah kelalaian pengemudi dalam menyalakan lampu malam hari. Paper ini membahas pengembangan sistem lampu kendaraan yang menggunakan sensor cahaya untuk dapat menyalakan dan mematikan lampu mobil secara otomatis. Sistem akan mengeset batas intensitas cahaya yang diterima oleh sensor untuk menentukan kapan lampu mobil akan dinyalakan dan dimatikan oleh sistem. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler yang diinterfasikan dengan sensor cahaya sebagai input dan lampu mobil sebagai output dari sistem. Sistem dirancang untuk dapat bekerja dalam berbagai kondisi cuaca, di dalam ataupun luar ruangan, dan dapat digunakan pada berbagai jenis kendaraan. Penggunaan sistem lampu kendaraan otomatis ini diharapkan dapat mengurangi secara signifikan jumlah kecelakaan karena kelalaian menyalakan lampu malam hari.*

Kata kunci: *Mikrokontroler, sistem komputer, sensor cahaya*

1. Pendahuluan

Sistem keamanan dalam kendaraan bermotor semakin berkembang bersamaan dengan perkembangan teknologi kendaraan bermotor, dengan tujuan untuk mengurangi tingkat kecelakaan dan cedera yang terjadi akibat kecelakaan. Beberapa sistem keamanan yang sudah dipakai luas pada kendaraan bermotor antara lain sabuk pengaman, alarm kendaraan, air bag, traction control, power steering, anti-lock braking system, cruise control, dan banyak lagi.

Lampu depan mobil, atau kadang disebut headlamp, lampu utama, atau lampu sorot, memiliki manfaat yang sangat besar untuk menunjang keselamatan dalam mengendarai mobil terutama saat malam hari atau cuaca yang kurang bersahabat. Lampu depan dapat dibagi menjadi lampu utama (headlamp), lampu kabut (foglamp) dan lampu siang hari (Daytime Running Lamp atau DRL) (“Macam-macam Lampu Mobil Depan”, 2014)^[1]. Teknologi lampu depan kendaraan berkembang seiring dengan perkembangan teknologi kendaraan bermotor, namun data menunjukkan bahwa tingkat kecelakaan berkendara bermotor pada waktu malam hari masih tiga kali lebih tinggi dibandingkan pada waktu siang hari, walaupun jumlah kendaraan yang keluar pada malam hari jauh lebih sedikit dibanding siang hari (Varghese dan Shankar, 2007)^[2]. Berdasarkan data dari WHO, pada tahun 2015, tercatat ada 1,25 juta korban jiwa akibat kecelakaan. Cedera akibat kecelakaan dalam berkendara adalah penyebab utama kematian dari kalangan usia 15 hingga 29 tahun. (WHO, 2015)^[3]. Di Indonesia sendiri, data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan terdapat lebih dari satu juta kasus kecelakaan dan 360,000 korban jiwa dari tahun 1992 sampai 2014, atau rata-rata 15,000 korban jiwa per tahunnya (BPS, 2014)^[4].

Berdasarkan riset yang dilakukan oleh IAM (Institute of Advanced Motorists), ditemukan bahwa faktor *human error* adalah penyebab utama, yaitu sekitar 68% dari semua kasus kecelakaan yang terjadi di Inggris dari tahun 2005 sampai tahun 2009 (IAM, 2011)^[5]. Human error dalam berkendara meliputi berbagai aspek dan situasi yang terjadi karena kelalaian atau kekurangpahaman dari pengemudi dalam berkendara. Salah satu *human error* yang cukup sering terjadi adalah kelalaian pengemudi dalam menyalakan lampu depan pada saat keadaan diluar mulai gelap. Apabila

digabungkan dengan tingkat kecelakaan malam hari yang jauh lebih tinggi dibanding siang hari, faktor lalai menyalakan lampu depan dapat diasumsi memberi kontribusi yang cukup signifikan dalam kecelakaan berkendara bermotor^[3,5].

Untuk menanggulangi ini, pihak yang berwajib umumnya menetapkan beberapa regulasi untuk penggunaan lampu depan, seperti DMV (Department of Motor Vehicles) di Amerika Serikat yang menetapkan peraturan bahwa lampu depan harus dinyalakan ketika kondisi diluar gelap dan visibilitas rendah, dari 30 menit sebelum matahari terbenam sampai 30 menit sebelum matahari terbit. Pengemudi akan mendapatkan surat tilang apabila melanggar peraturan tersebut (Ibanez, 2012)^[6].

Dalam makalah ini peneliti mencoba mencari solusi alternatif untuk mengurangi tingkat kecelakaan akibat kelalaian pengemudi menyalakan atau mematikan lampu depan, yaitu dengan merancang sistem lampu kendaraan otomatis menggunakan sensor cahaya untuk mendeteksi intensitas cahaya di luar kendaraan. Berdasarkan data dari sensor, sistem menentukan apakah lampu depan akan dinyalakan atau dimatikan secara otomatis. Pengemudi juga dapat menggunakan tombol untuk mematikan atau menyalakan lampu secara manual.

Pada tahap pengembangan awal ini, sistem dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali sistem. Arduino Uno adalah salah satu jenis papan mikrokontroler berbasis mikrokontroler ATmega328P, yang dapat diprogram dengan mudah dengan menggunakan kabel USB ke komputer dan *software* yang disediakan oleh pengembang. Interfasi dengan perangkat input dan output dari sistem, yaitu sensor cahaya dan tombol sebagai input, dan lampu/LED sebagai output dilakukan menggunakan sejumlah pin input/output yang tersedia pada board Arduino Uno (Arduino, 2016)^[7].

Sistem lampu kendaraan dirancang untuk menggunakan perangkat yang umum digunakan. Pada pengembangan tahap ke depannya diharapkan sistem dapat dikustomisasi untuk dapat diterapkan dan diintegrasikan ke sistem dalam berbagai jenis kendaraan bermotor.

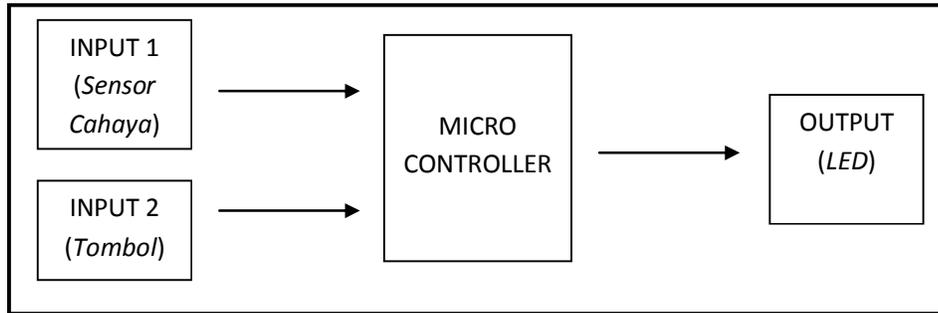
Terdapat beberapa jenis perangkat yang dapat digunakan sebagai sensor cahaya, seperti photocell atau kadang disebut photoresistor atau light dependent resistor (LDR), photodiode dan phototransistor. Pada umumnya perangkat bekerja dengan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik (AspenCore, 2016)^[8]. Pada pengujian system yang dilakukan, perangkat sensor cahaya yang digunakan adalah light dependent resistor karena relatif mudah didapat dan diimplementasikan pada sistem. LDR banyak digunakan dalam berbagai perangkat sebagai sensor cahaya, seperti contohnya pada pengukur cahaya pada kamera, *smoke detector*, *flame detector*, atau *card reader* (Poole, 2016)^[9]. LDR mengubah konduktivitas dari komponen sehingga mengalami perubahan nilai hambatan, yang bernilai beberapa ratus Ω pada kondisi cahaya terang, dan dapat meningkat hingga 10 M Ω atau 10,000,000 Ω saat gelap.^[8,9]

2. Pembahasan

Sensor cahaya sudah banyak digunakan dalam berbagai macam aplikasi. Yeh, Lu, Kou et al. (2010)^[10] merancang sistem pengendali cahaya otonom menggunakan sensor cahaya nirkabel. Silberman dan Fergus (2011)^[11] merancang sistem untuk segmentasi pemandangan dalam ruangan menggunakan Kinect sebagai sensor cahaya. Cao, Zhong dan Wu (2011)^[12] membangun sistem untuk melakukan pengukuran terhadap benda dua dimensi berbentuk reguler seperti persegi panjang, lingkaran, atau cincin menggunakan sensor cahaya terstruktur. Penelitian pada sistem lampu kendaraan bermotor dilakukan oleh Luo, Ghassemlooy, Minh et al. (2014)^[13] yang merancang sistem komunikasi mobil-ke-mobil menggunakan cahaya lampu depan mobil. Penelitian tersebut menemukan bahwa penggunaan photodetector pada mobil, dengan posisi 0.2-0.4 meter di atas permukaan tanah akan menambahkan jarak maksimum komunikasi sebanyak 20 meter dengan rasio data transfer sebesar 2 Mbps.

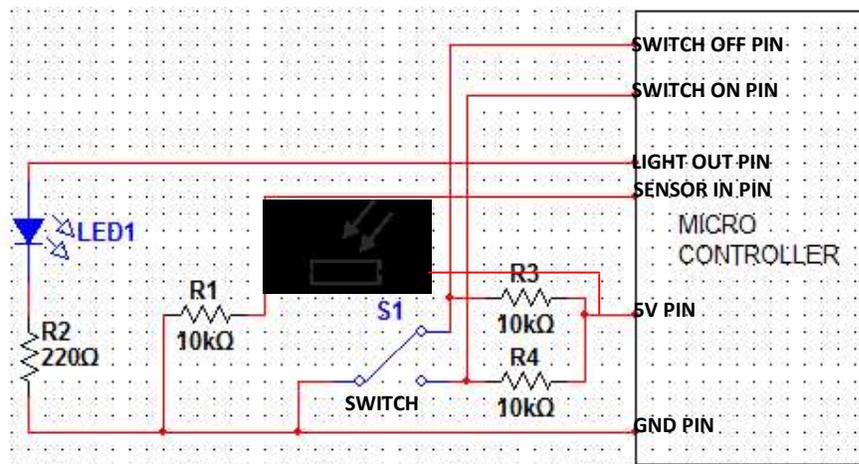
Gambar 1 menunjukkan block diagram dari sistem lampu kendaraan otomatis, yang terdiri dari dua komponen input, yaitu sensor cahaya dan tombol nyala/mati. Keduanya akan mengirimkan masukan berupa sinyal kepada mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian akan memproses masukan tersebut

dan memberikan sinyal keluaran kepada output yaitu lampu (LED) untuk menentukan apakah lampu akan menyala atau mati.



Gambar 1. Block Diagram Sistem

Gambar 2 adalah skematik sistem lampu otomatis, dengan menggunakan board Arduino Uno sebagai mikrokontroler, beserta perangkat-perangkat listrik lainnya seperti resistor, light dependent resistor, SPDT (Single Pole Double Throw) switch, dan LED.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Sistem

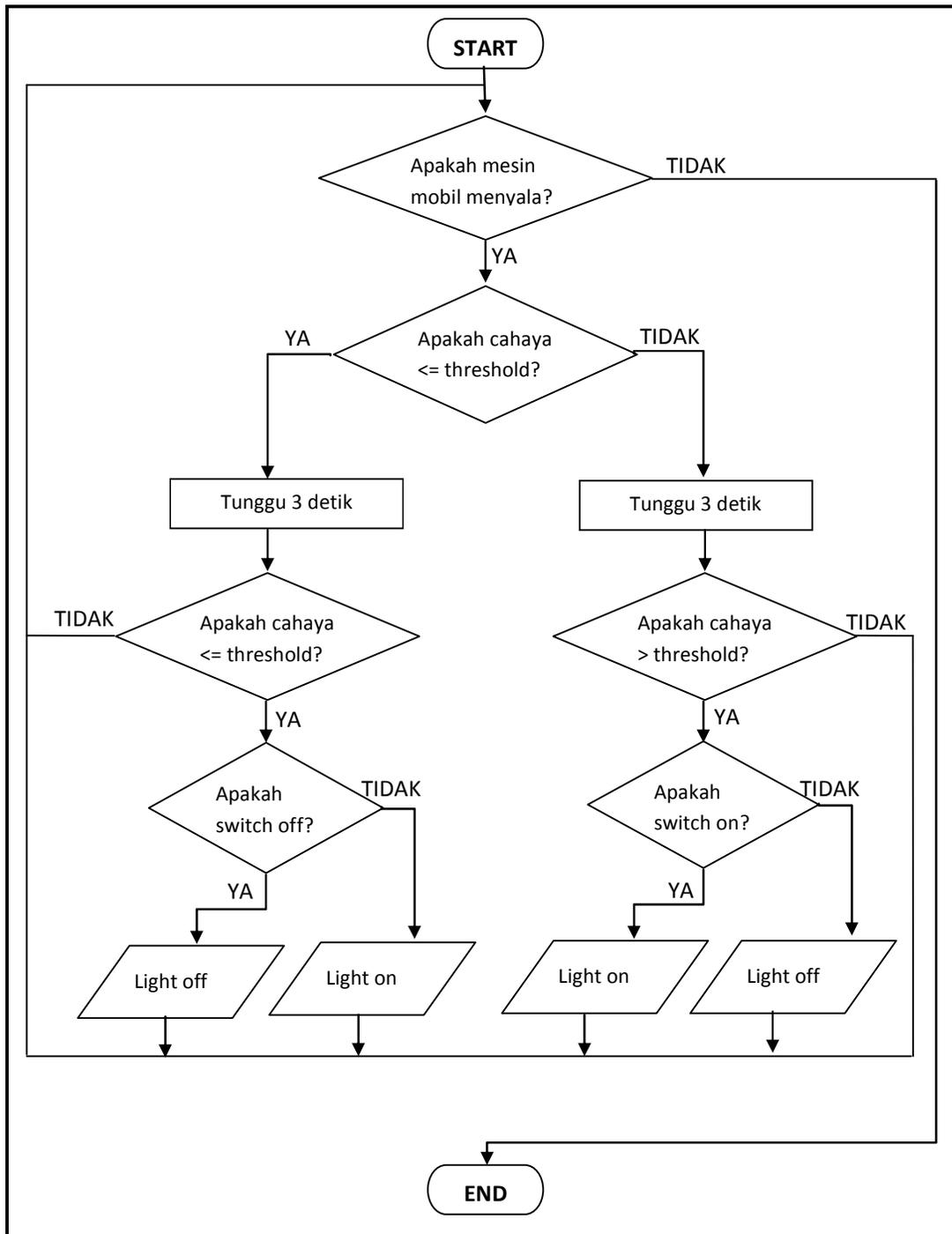
Gambar 3 menunjukkan flowchart dari sistem. Sistem dirancang untuk selalu aktif melakukan *scanning* intensitas cahaya yang diterima oleh kendaraan selama mesin mobil menyala. Sistem akan menentukan nilai *threshold* untuk tingkat intensitas cahaya untuk menyalakan atau mematikan lampu mobil. Apabila intensitas cahaya yang diterima oleh sensor turun dari *threshold*, sistem akan menunggu selama sekian detik (diset 3 detik pada saat pengujian sistem). Jika setelah sekian detik intensitas cahaya tetap dibawah *threshold*, sistem akan menyalakan lampu mobil. Pengemudi juga dapat memutuskan untuk meng-*override* keputusan sistem dan mematikan lampu secara manual apabila pengemudi merasa belum saatnya menyalakan lampu.

Sistem lampu kendaraan otomatis diharapkan dapat mendeteksi dan membedakan antara dua kondisi cuaca dimana kendaraan tersebut berada, yang didefinisikan sebagai berikut:

1. Kondisi gelap, yaitu waktu diantara menjelang matahari terbenam sampai menjelang matahari terbit, atau saat kondisi cuaca buruk (mendung, kabut, hujan, badai, salju). Pada kondisi ini sistem akan menyalakan lampu kendaraan.
2. Kondisi terang, yaitu waktu diantara menjelang matahari terbit sampai menjelang matahari terbenam, dimana sistem akan mematikan lampu kendaraan.

Selain itu, ada beberapa aspek lain yang perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi penentuan kondisi, diantaranya:

1. *Artificial light* atau cahaya buatan dari lampu jalan, bangunan, atau lampu kendaraan lain, atau ketika mobil memasuki daerah indoor yang penuh dengan *artificial light* seperti terowongan atau tempat parkir. Sistem harus dapat membedakan antara terang alami dengan terang artifisial, dimana lampu harus tetap menyala saat terang artifisial yang terdeteksi.
2. Penempatan dan jumlah sensor cahaya yang digunakan pada kendaraan bermotor.
3. Apabila terdapat benda yang menghalangi sensor sehingga hasil yang diperoleh tidak akurat.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Pengujian sudah dilakukan terhadap sistem lampu kendaraan otomatis untuk kondisi operasi normal di lapangan, yaitu gelap dan terang, dengan menetapkan sebuah nilai *threshold voltage* sebagai batas pembeda antara nilai tegangan dari sensor yang menunjukkan kondisi gelap atau terang. Dari pengujian yang dilakukan, sistem dapat membedakan dan melakukan keputusan yang sesuai dengan kondisi, yaitu menyalakan lampu pada kondisi gelap, dan mematikan lampu pada kondisi terang.

Hasil pengujian sistem juga menemukan bahwa jika nilai intensitas cahaya mengalami fluktuasi naik-turun dari *threshold*, umumnya pada saat transisi dari gelap ke terang dan sebaliknya, maka lampu akan berkedip-kedip nyala mati secara berulang-ulang. Ini tidak diharapkan karena dapat membuat lampu menjadi cepat rusak dan tidak nyaman bagi sesama pengguna jalan. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menambahkan *delay* selama 3 detik saat kondisi terdeteksi berubah, misal dari gelap ke terang atau sebaliknya, untuk menstabilkan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor. Jika setelah *delay* berlalu kembali seperti kondisi awal, maka sistem tidak akan mengubah kondisi lampu. Jika setelah *delay* berlalu kondisinya tetap berubah, baru sistem dirancang untuk mengubah kondisi lampu sesuai yang ditunjukkan pada flowchart di Gambar 3. Dengan penambahan delay sebanyak 3 detik tersebut, pengujian sistem berhasil mengeliminasi kondisi dimana lampu berkedip-kedip nyala-mati saat intensitas cahaya naik-turun dari *threshold*.

3. Simpulan

Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem lampu kendaraan otomatis dapat bekerja sesuai yang ditetapkan pada permasalahan, yaitu menyalakan lampu secara otomatis saat intensitas cahaya yang dideteksi oleh sensor turun dari batas *threshold* yang ditetapkan, dan mematikan lampu apabila intensitas cahaya melebihi *threshold*. Selain itu lampu juga dapat dikendalikan dengan menggunakan tombol yang dapat melakukan *override* dengan mematikan atau menyalakan lampu secara manual.

Penetapan nilai *threshold* untuk menyalakan atau mematikan lampu perlu dibuat lebih tepat dan akurat pada tahap selanjutnya, dengan menyesuaikan pada regulasi yang umum berlaku mengenai penggunaan lampu mobil.

Pada penelitian tahap selanjutnya perlu diteliti mengenai penempatan posisi sensor pada kendaraan bermotor untuk mendapatkan hasil yang akurat. Termasuk juga jumlah sensor yang digunakan, pada sistem yang dibuat saat ini hanya menggunakan satu sensor, namun perlu dipertimbangkan apakah menggunakan lebih dari satu sensor dengan jenis atau posisi berbeda dan hasilnya dibandingkan akan memberikan hasil yang lebih akurat atau tidak.

Seperti dijelaskan pada pembahasan hasil pengujian, peneliti memberikan nilai *arbitrary untuk delay* selama 3 detik untuk menunggu intensitas cahaya stabil, sebelum memutuskan untuk mematikan atau menyalakan lampu, Pengembangan berikutnya akan lebih mengeksplorasi pada *delay* ini untuk mencari nilai yang optimal supaya sistem dapat bekerja dengan baik sesuai kebutuhan.

Pengaruh *artificial lighting* pada sensor akan ditelusuri lebih lanjut pada tahap pengembangan selanjutnya, dengan menggunakan scenario pengujian berupa simulasi dari sebuah perjalanan yang melalui berbagai kondisi pencahayaan baik natural maupun artifisial, merekam nilai tegangan yang terbaca selama perjalanan dan mengecek apakah ada "*false alarm*" (kondisi gelap terdeteksi sebagai terang atau sebaliknya) yang muncul akibat *artificial lighting*.

Pada pengembangan selanjutnya, sistem lampu kendaraan otomatis diharapkan dapat terintegrasi dengan sistem pada kendaraan bermotor, sehingga tidak perlu menggunakan mikrokontroler secara terpisah. Penulis akan melakukan penelitian lebih lanjut mengenai komponen, dan perangkat yang diperlukan untuk mengintegrasikan sistem lampu kendaraan otomatis dengan sistem yang sudah ada pada berbagai jenis kendaraan bermotor.

Daftar Pustaka

- [1]. Wiyono, E. (2014). *Macam-macam Lampu Mobil Depan*. <http://www.mobilku.org/2014/10/macam-macam-lampu-mobil-depan.html>
- [2]. Varghese, C.; Shankar, U. (2007). *Passenger Vehicle Occupant Fatalities by Day and Night – A Contrast*. Traffic Safety Facts, Research Note (DOT HS 810 637). NHTSA’s National Center for Statistics and Analysis. <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/810637>
- [3]. World Health Organization. (2015). *Global Status Report on Road Safety 2015*. World Health Organization
- [4]. Badan Pusat Statistik. (2014). *Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi*. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1134>
- [5]. Institute of Advanced Motorists (2011). *Licensed to skill: Contributory factors in road accidents Great Britain 2005 – 2009*. <https://www.iamroadsmart.com/media-and-policy/research-and-policy/research-details/evaluating-the-effectiveness-of-iam-driver-coaching>
- [6]. Ibanez, N. (2012). *Headlight Laws Vary Little Throughout the Nation*. <http://www.dmv.org/articles/headlight-laws-vary-little-throughout-the-nation/>
- [7]. Arduino. (2016). *ArduinoBoardUno*. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [8]. AspenCore. (2016). *Light Sensor including Photocell and LDR Sensor*. http://www.electronicstutorials.ws/io/io_4.html
- [9]. Poole, I. (2016). *Light Dependent Resistor LDR*. http://www.radio-electronics.com/info/data/resistor/ldr/light_dependent_resistor.php
- [10]. Yeh, L.-W., Lu, C.-Y., Kou, C.-W., Tseng, Y.-C., & Yi, C.-W. (2010). *Autonomous Light Control by Wireless Sensor and Actuator Networks*. *IEEE Sensors Journal*, 10(6), 1029–1041. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2010.2042442>
- [11]. Silberman, N., & Fergus, R. (2011). *Indoor scene segmentation using a structured light sensor*. 2011 IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), 601–608. <https://doi.org/10.1109/ICCVW.2011.6130298>
- [12]. Cao, Z., Zhong, F., & Wu, Q. (2011). *Size Measurement Based on Structured Light Sensor*. 2011 Second International Conference on Digital Manufacturing & Automation, 1098–1101. <https://doi.org/10.1109/ICDMA.2011.270>
- [13]. Luo, P., Ghassemlooy, Z., Le Minh, H., Bentley, E., Burton, A., & Tang, X. (2014). *Fundamental analysis of a car to car visible light communication system*. In 2014 9th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing, CSNDSP 2014 (pp. 1011–1016). <https://doi.org/10.1109/CSNDSP.2014.6923977>