TUGAS AKHIR - 145565

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN NAMPAN PENGERING BIJI KOPI SATU SUMBU PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16

NADIA AISYAH
NRP. 2414 031 024

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Imam Abadi, ST, MT

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

FINAL PROJECT – TF145565

DESIGN OF ONE-AXIS CONTROL SYSTEM ON PAN DRYING MACHINE AN ACTIVE SUN DRIED BASED ON DRYING MACHINE WITH MICROCONTROLLER ATMEGA 16

NADIA AISYAH
NRP. 2414 031 024

Counselor Lecturer
Dr. Imam Abadi, ST, MT

DIPLOMA III OF INSTRUMENT ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENT ENGINEERING
FACULTY OF VOKASI
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN NAMPAN PENGERING BIJI KOPI SATU SUMBU PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16

TUGAS AKHIR

Oleh :
NADIA AISYAH
NRP. 2414 031 024

Surabaya, 27 Juli 2017
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing

Dr. Imam Abadi, ST, MT
NIP. 19761006 199903 1 002

Kepala Departemen Teknik Instrumentasi

Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN NAMPAN PENGERING BIJI KOPI SATU SUMBU PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
NADIA AISYAH
NRP. 2414 031 024

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Imam Abadi, S.T., M.T. .... Pembimbing
2. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc .... Ketua Penguji
3. Hendra Cordova, S.T., M.T .... Dosen Penguji I
4. Detak Yan Pratama, S.T., M.Sc .... Dosen Penguji II
5. Ir. Tutug Dhanardhono, M.T .... Dosen Penguji III

SURABAYA
JULI, 2017

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN SATU SUMBU PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16

Nama Mahasiswa	**: Nadia Aisyah**
NRP	**: 2414031024**
Jurusan	**: D-III Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi ITS**
Dosen Pembimbing	**: Dr. Imam Abadi, ST, MT**

Abstrak

Indonesia merupakan negara terbesar ketiga yang memproduksi biji kopi di dunia karena letak Indonesia sangat ideal bagi iklim pertumbuhan dan produksi kopi. Salah satu proses pengolahan biji kopi yang paling penting adalah proses pengeringan karena menentukan kualitas biji kopi tersebut. Pada penelitian ini, difokuskan pada usaha memaksimalkan proses pengeringan melalui mekanisme sistem penjejak matahari. Secara umum, sistem penjejak matahari digunakan untuk mendapatkan cahaya matahari yang selalu maksimal melalui pengendalian posisi nampan agar selalu mengikuti pergerakan posisi matahari. Sistem yang dibangun terdiri dari sistem mekanik dan sistem elektrik. Metode kontrol yang digunakan pada sistem ini adalah proporsional kontrol dimana parameter kontrol terbaik dicapai untuk Kp sebesar 0.3. Hasil pengujian menunjukkan didapatkan nilai *settling time* dengan waktu 6 detik, nilai *rise time* 0,5 detik, nilai *overshoot* 2,844 volt dan nilai *undershoot* 0,591volt.

Kata kunci : Biji Kopi, Penjejak Matahari Aktif, PID, Satu Sumbu

DESIGN OF ONE-AXIS CONTROL SYSTEM ON AN ACTIVE SUN DRIED BASED ON DRYING MACHINE WITH MICROCONTROLLER ATMEGA 16

Name	***:***	**Nadia Aisyah**
NRP	***:***	**2414 031 024**
Department	***:***	***Diploma III Of Instrument Engineering, Department Of Instrument Engineering FV-ITS***
Counselor Lecturer	***:***	**Dr. Imam Abadi, ST, MT**

Abstract

Indonesia is the third largest country that produces coffee beans in the world, because Indonesia has ideal location for climate growth and coffee production. One of the most important processing of coffee beans is the drying process because that process is determine the quality of the coffee beans itself. This research focused on maximizing the drying process through the sun tracking system. In general, the sun tracking system is used to obtain maximum sunlight through tray position control in order to always follow the movement of the sun position. The built system consist of mechanical and electric system. The method of control that been used in this system is proportional control based where the best control parameters are achieved for Kp are consist of 0.3 and 0. The test result show obtained settling time value with for 12,5 seconds, riste time value 6 seconds, overshoot value 2,844volt, undershoot 0,591volt.

Key words : *Coffee beans, An Active Sun Tracking, PID, One-Axis*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas berkah dan rahmat yang diberikan, atas petunjuk, karunia, dan ridho-Nya lah penulis mampu untuk melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul : **Rancang Bangun Sistem Pengendalian Nampan Pengering Biji Kopi Satu Sumbu Pada Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis Penjejak Matahari Aktif Dengan Mikrokontroller Atmega 16.**

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh Ahli Madya pada Program Studi D3 Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama pengerjaan tugas akhir penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc selaku ketua departemen Teknik Instrumentasi ITS.
2. Dr. Imam Abadi, S.T, M.T.. selaku dosen pembimbing tugas akhir ini, yang telah banyak memberi dukungan serta masukan membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, ST, MT selaku Dosen wali penulis
4. Segenap Bapak/Ibu dosen pengajar di Departemen Teknik Instrumentasi - ITS.
5. Kedua orang tua penulis bapak Muslimin dan Ibu Fatmawati, serta saudara penulis Iqbal Ghazali dan Maulida Rosa yang telah banyak berkorban atas kesuksesan yang telah penulis raih.
6. Teman-teman seperjuangan Tim Tugas Akhir Pengering Biji Kopi (Ahmad Zaky, Arshila Ariadna, Achmad Qudsi) atas kekompakan dan kerjasamanya.

7. Asisten Workshop Instrumentasi yang telah memberikan dukungan, pembelajaran, dan tempat selama pengerjaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman D3 Teknik Instrumentasi 2014 dan warga Teknik Instrumentasi - ITS, yang senantiasa memberikan motivasi dan perhatian.
9. Teman-teman seperjuangan TA yang telah memotivasi dan memberikan bantuan-bantuan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
10. Teman-teman Jelly, BBS dan Chin yang selalu memberi dukungan moral dan semangat tiada henti selama kuliah sampai dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidaklah sempurna, tetapi penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan dapat menambah wawasan bagi pembaca dan mahasiswa D3 Teknik Instrumentasi yang nanti dapat digunakan sebagai referensi pengerjaan tugas akhir. Semoga awal dari permulaan yang panjang ini dapat membawa manfaat dan hikmah bagi kita semua.

Surabaya, 26 Juli 2017
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL I..i
HALAMAN JUDUL II..ii
LEMBAR PENGESAHAN I...iii
LEMBAR PENGESAHAN II..iv
ABSTRAK..v
ABSTRACT..*vi*
KATA PENGANTAR..vii
DAFTAR ISI..ix
DAFTAR GAMBAR..xi
DAFTAR TABEL..xiii

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Permasalahan..2
1.3 Batasan Masalah..2
1.4 Tujuan 3
1.5 Sistematika Laporan..3

BAB II TEORI PENUNJANG
2.1 *Solar Tracker* 5
2.2 Sistem Pengendalian 7
2.3 Sensor LDR 10
2.4 Motor DC 12
2.5 PWM 13
2.6 Atmega 16 14
2.7 Kontrol Proporsional 16

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
3.1 Diagram Alir Penelitian 19
3.2 Metodologi Penelitian 20
3.3 Perancangan Sistem Mekanik 21
3.4 Perancangan Sistem Elektrik.......................................28
3.5 Perancangan Software 31

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pengujian Sensor LDR 37
4.1.1 Karakteristik Statis 39
4.2 Validasi Sensor LDR Sumbu Zenith 42
4.3 Analisa Sistem Kontrol Proporsional 47
4.3 Data Pengujian Motor DC 49

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 55
5.2 Saran...55

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *One Axis Tracking* 6
Gambar 2.2 *Equatorial Tracking* 6
Gambar 2.3 *Azimuth Tracking* 7
Gambar 2.4 Sistem Pengendalian Level.................................. 9
Gambar 2.5 Diagram Blok *Open Loop* 9
Gambar 2.6 Diagram Blok *Close Loop* 9
Gambar 2.7 Sensor LDR 10
Gambar 2.8 Sensor LDR di integrasi dengan pembagi tegangan 11
Gambar 2.9 Karakteristik sensor LDR 12
Gambar 2.10 Motor DC Sederhana 13
Gambar 2.11 Pulsa PWM 14
Gambar 2.12 Atmega 16 16
Gambar 3.1 *Flowchart* Pelaksanaan Tugas Akhir.................... 19
Gambar 3.2 Motor DC dan Gear Box 22
Gambar 3.3 Driver Motor 23
Gambar 3.4 Skematik IC L298N sebagai driver motor 23
Gambar 3.5 Pan Pengering Biji Kopi 25
Gambar 3.6 Desain awal sistem tampak atas 26
Gambar 3.7 Desain awal sistem tampak bawah 26
Gambar 3.8 Desain awal sistem tampak samping 27
Gambar 3.9 Tempat Peletakan Pan Pengering Biji Kopi 27
Gambar 3.10 Peletakan mekanik motor DC dan Gear Box 28
Gambar 3.11 Diagram blok pengendalian tracking matahari pada pengering biji kopi *(zenith)* 28
Gambar 3.12 Desain Sensor LDR.. 29
Gambar 3.13 Saklar pada Panel 30
Gambar 3.14 Wiring Integrasi Rangkaian 31
Gambar 3.15 Program Pembacaan ADC Sensor LDR 32
Gambar 3.16 Program *Tunning* P 32
Gambar 3.17 Program Kontrol Motor 33
Gambar 3.18 Program Kontrol Proporsional 34
Gambar 3.19 Program Kontrol Kecepatan Motor 34

Gambar 4 1 Perbandingan Vt dan Vs LDR Timur 38
Gambar 4.2 Perbandingan Vt dan Vs LDR Barat 38
Gambar 4.3 Rangkaian Peralatan Validasi Sensor 42
Gambar 4.4 Skema Rangkaian Validasi Sensor 43
Gambar 4.5 Penunjukkan posisi pada *waterpass* 90^0 43
Gambar 4.6 Penunjukkan posisi pada *waterpass* 45^0 44
Gambar 4.7 Posisi 90^0 44
Gambar 4.8 Posisi 45^0 46
Gambar 4.9 Grafik Respon Sistem Sumbu *Zenith* 48
Gambar 4.10 Motor DC diletakkan pada penjepit 49
Gambar 4.11 Regulator Tegangan 50
Gambar 4.12 Rangkaian Pengambilan Data Motor DC 50
Gambar 4.13 Pengambilan Data Menggunakan *Tachometer* .. 51
Gambar 4.14 Grafik Tegangan dengan RPM Motor DC 53

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Sensor LDR 39
Tabel 4.2 Pengujian Validasi Sensor LDR.............................. 47
Tabel 4.3 Data Pengujian Motor DC....................................... 52

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi adalah jenis minuman yang penting bagi sebagian besar masyarakat di seluruh dunia. Bukan hanya karena kenikmatan konsumen peminum kopi namun juga karena nilai ekonomis bagi negara-negara yang memproduksi dan mengekspor biji kopi salah satunya negara Indonesia. Kopi Indonesia saat ini menempati peringkat ketiga terbesar di dunia dari segi hasil produksi. Kopi di Indonesia memiliki sejarah panjang dan memiliki peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian masyarakat di Indonesia. Indonesia diberkati dengan letak geografisnya yang sangat cocok difungsikan sebagai lahan perkebunan kopi. Letak Indonesia sangat ideal bagi iklim mikro untuk pertumbuhan dan produksi kopi.[1]

Proses pengolahan produksi biji kopi mentah (hasil petikan dari pohon) menjadi kopi bubuk bercita rasa tinggi melibatkan serangkaian kegiatan yang berkesinambungan. Masing-masing tahapan kegiatan dilakukan secara terpisah dan menggunakan peralatan yang berbeda-beda dengan sistem operasi yang terpisah, akan tetapi mempunyai potensi untuk diintegrasikan satu dengan yang lainnya. Tahap awal adalah proses pemetikan biji kopi dari pohon kopi yang dilakukan oleh para petani kopi secara manual. Tahapan selanjutnya dilakukan secara berurutan, yang dapat dibagikan kepada dua kelompok besar yaitu proses pengolahan kopi primer dan proses pengolahan kopi sekunder [2]. Proses pengolahan kopi primer, secara berurutan, adalah proses pengeringan tahap pertama hingga mencapai kandungan kadar air 25%, proses pengupasan kulit buah, pengeringan tahap kedua sehingga kandungan kadar air 12,5% dan proses penyortiran [3]. Sementara itu, proses pengolahan kopi sekunder adalah proses penyanggraian, pendinginan, pengilingan menjadi bubuk kopi, pengepakan dan pengemasan serta pemasaran. Salah satu proses pengolahan biji kopi yang sangat penting dan krusial adalah proses pengeringan karena hasil dari capaian proses

pengeringan akan menentukan kwalitas biji kopi untuk proses berikutnya, termasuk mengolah biji kopi menjadi kopi bubuk. Setelah biji kopi dikeringkan hingga mencapai kadar air 12,5%, proses selanjutnya adalah proses pengolahan untuk menjadi kopi bubuk [4]. Sedangkan di Indonesia masih menggunakan proses tradisional yaitu dengan memanfaatkan satu arah saja terkena matahari sedangkan matahari bergerak dari arah timur ke barat. Maka dari itu dibuat Rancang Bangun Sistem Pengendalian Satu Sumbu Pada Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis Penjejak Matahari Aktif dengan Mikrokontoller Atmega 16 agar proses pengeringan dapat berjalan dengan optimal mengikuti arah gerak sinar matahari.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

- Bagaimana cara menentukan dan mengetahui performansi sistem penjejak matahari satu sumbu pada mesin pengering biji kopi ?
- Bagaimana menentukan parameter penjejak matahari satu sumbu?

3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:.

- Alat yang akan dirancang dan diimplementasikan satu sumbu penjejak matahari aktif.
- Menggunakan Sensor LDR sebagai sensor pada penjejak matahari satu sumbu pada pengering biji kopi.
- Menggunakan Motor DC 24V sebagai penggerak pada penjejak matahari satu sumbu pada pengering biji kopi.
- Menggunakan Atmega 16 sebagai kontroler pada penjejak matahari satu sumbu pada pengering biji kopi.
- Dimensi untuk wadah biji kopi memiliki ukuran 70cm x 70xm

1.4 Tujuan

Tujuan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Untuk merancang dan mengimplementasikan satu sumbu penjejak matahari aktif menggunakan atmega 16 pada mesin pengering biji kopi.

1.5 Sistematika Laporan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika laporan akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut:

BAB I **Pendahuluan**

Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, dan sistematika laporan.

BAB II **Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang sistem pengendalian, *solar tracker*, sensor LDR, motor DC, PWM *(Pulse Widht Modulation)*, Atmega 16, Kontrol PID.

BAB III **Metode Penelitian**

Dalam bab ini akan dijelaskan secara detail mengenai langkah-langkah yang harus dilalui untuk mencapai tujuan dan simpulan akhir dari penelitian. Produk akhir dari tahap ini adalah prancangan dan model yang siap untuk dibuat, diuji, dan dianalisa

BAB IV **Jadwal Kegiatan**

Pada bab ini merupakan tindak lanjut dari Bab III, dimana pengujian yang telah dilakukan dan akan didapatkan data, baik data berupa grafik maupun tabulasi, kemudian akan dilakukan analisa dan pembahasan.

BAB V **Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan utama dari seluruh rangkaian penelitian yang telah

dilakukan dan berisi saran yang dapat dijadikan sebagai masukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II
DASAR TEORI

2.1 *Solar Tracker*

Solar Tracker merupakan suatu sistem yang mampu mendeteksi dan mengikuti arah matahari agar senantiasa tegak lurus. Tujuannya yaitu agar dapat mengoptimalkan pengeringan biji kopi. Semakin tegak lurus nampan pengering dengan matahari, maka semakin besar pula daya yang dihasilkan. Hal ini akan berguna untuk kebutuhan alternatif sumber energi. Sistem *tracking* terdiri dari beberapa komponen penting seperti sensor, logika kontrol, *controller* dan nampan pengering. Pada kali ini keluaran yang di harapkan bukanlah daya listrik melainkan sistem yang mampu mendeteksi dan mengikuti arah gerak matahari agar senantiasa tegak lurus guna mengoptimalkan proses pengeringan pada biji kopi pasca panen. Sistem *tracking* sel surya yang dirancang bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan energi matahari.

Sistem pengering biji kopi satu sumbu penjejak matahari aktif merupakan rangkaian kontrol untuk mengatur gerakan motor agar intensitas matahari yang diterima oleh nampan optimal. Hal tersebut terjadi jika nampan pengering mengikuti gerakan arah matahari. Gerakan nampan pengering sebaiknya sejajar dengan sudut matahari. Pada pagi hari, motor akan bergerak dari timur ke barat mengikuti arah matahari.[5] Sehingga pengeringan yang dihasilkan nampan pengering dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari untuk menghasilkan daya maksimum. Seperti pada penelitian sebelumnya *system tracking* aktif *single axis* menggunakan setbox sudah pernah dibuat (Bin Juine Huang et al. 2013) (B. J. Huang, Ding, and Huang 2011) tetapi dari segi biaya atau nilai ekonomis dinilai terlalu mahal dan barang harus di impor dari luar negeri. Beberapa teori mengenai sistem penjejak matahari sudah dikemukakan mulai tahun 1983 (Braun and Mitchell 1983) bahwa keduanya telah mengembangkan formulasi untuk menghitung sudut datang matahari terhadap sebuah bidang

tidak bergerak *(fix surfaces)* maupun bidang yang bergerak *(tracking surfaces)*.

Solar Tracker memiliki tiga jenis yang dipakai yaitu sebagai berikut : [6]

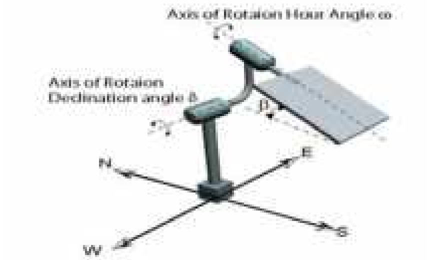
a. *One Axis Tracking*

Sudut *Tracking* ρ adalah ukuran dari rotasi sumbu *tracking* dan ketika *one axis tracking* bergerak horizontal dengan sudut *latitude* mengarah ke selatan, sehingga sumbu *tracking* menjadi sejajar dengan rotasi bumi.

Gambar 2.1 *One Axis Tracking*

b. *Equatorial Tracking*

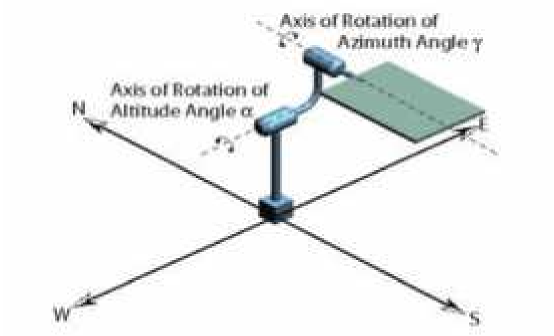
Satu sumbu dimiringkan dengan *latitude angle* tergantung dengan lokasi masing-masing. Sudut *tracking* ρ_1 pada sumbu ini akan berputar sejajar dengan *hour angle* ω (1 = ω) , sedangkan sudut *tracking* ρ_2 yang dimana tegak lurus dengan *hour angle* ω akan berputar sejajar dengan *declination angle* δ $(\rho_2 = \delta)$.



Gambar 2.2 *Equatorial Tracking*

c. *Azimuth Tracking*

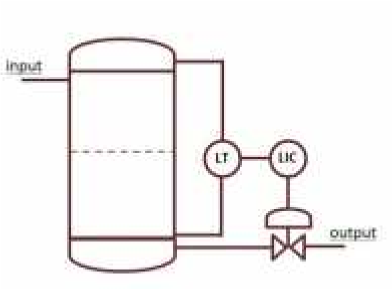
Satu sumbu berputar dengan sudut yang sejajar dengan *zenith angle* dengan sudut *tracking* ρ_1 sama dengan *azimuth angle* γ ($\rho_1 = \gamma$). Sumbu yang lainnya sejajar dengan permukaan bumi dengan sudut *tracking* ρ_2 yang berputar sama dengan *altitude angle* α ($\rho_2 = \alpha$).



Gambar 2.3 *Azimuth Tracking*

2.2 Sistem Pengendalian

Pengertian kontrol atau pengaturan adalah proses atau upaya untuk mencapai tujuan. Hampir semua proses di industri membutuhkan peralatan – peralatan otomatis untuk mengendalikan parameter – parameter prosesnya. Otomatisasi tidak hanya diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi maupun mutu produk, tetapi lebih merupakan kebutuhan pokok. Suatu proses industri tidak akan dapat dijalankan tanpa bantuan sistem pengendalian. Parameter – parameter yang umum dikendalikan dalam suatu proses adalah tekanan (*pressure*), laju aliran (*flow*), suhu (*temperature*) dan permukaan zat cair (*level*). Gabungan serta alat – alat pengendalian otomatis itulah yang disebut sistem pengendalian proses (*process control system*). Sedangkan semua peralatan yang membentuk sistem pengendalian tersebut disebut instrumentasi pengendalian proses (*process control instrumentation*).



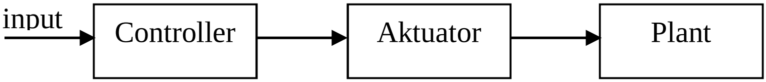
Gambar 2.4 Sistem pengendalian level

Istilah – istilah yang perlu diketahui dalam sistem otomatis adalah sebagai berikut:

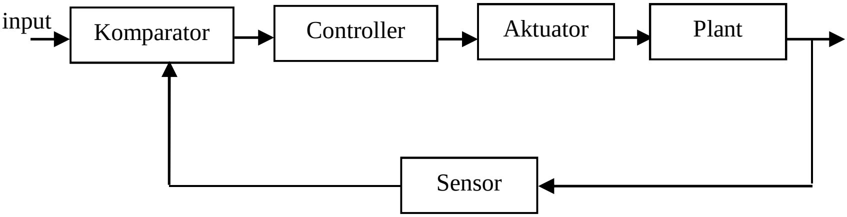
- ***Proses*** : tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu, contohnya *level* tangki.
- ***Controlled Variable*** : besaran atau variabel yang dikendalikan. Besaran ini pada diagram kotak disebut juga dengan output proses atau *level* tangki..
- ***Manipulated Variable*** : input dari suatu proses yang dapat di manipulasi agar *controlled variable* sesuai dengan set point-nya.
- ***Disturbance*** : besaran lain (selain *manipulated variable*) yang dapat menyebabkan berubahnya *level* tangki diatas dari tangki yang dikendalikan
- ***Sensing Element*** : bagian paling ujung suatu sistem pengukuran, seperti *sensor suhu atau sensor level*
- ***Transmitter*** : untuk membaca sinyal sensing element dan mengubah sinyal yang dapat dipahami oleh kontroller seperti *signa*l *conditioning* (SC).
- ***Tranducer*** : unit pengalih sinyal.
- ***Measurement Variable*** : sinyal yang keluar dari transmitter. Jika dalam pengendalian *level,* sinyal yang keluar adalah berupa *level*.
- ***Set Point*** : besar *process variable* (*level*) yang dikehendaki.
- ***Controller*** : elemen yang melakukan tahapan mengukur - membandingkan – menghitung – mengkoreksi. *Proporsional*

Integral Derivatif (PID) salah satu *controller* yang sering digunakan dalam industri.

- ***Final Control Element*** : bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian yang berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara *manipulated variable*, berdasarkan perintah pengendali. Salah satu *final control element* yang digunakan dalam pengendalian *level* adalah *motorized valve.*



Gambar 2.5 Diagram blok *open loop*



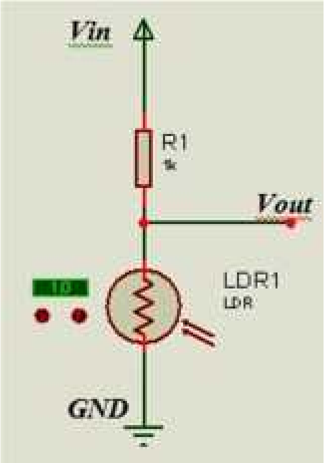
Gambar 2.6 Diagram blok *close loop*

- Secara garis besar suatu rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi 4 langkah, yaitu : mengukur – membandingkan - menghitung – mengkoreksi. Langkah pertama yaitu mengukur , merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *set point* dengan hasil pengukuran maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan aksi apa yang dilakukan supaya sesuai dengan set point yang diinginkan. Pada langkah kedua dan ketiga ini adalah tugas dari pengendali. Langkah terakhir adalah melakukan pengkoreksian yang merupakan tugas dari aktuator.

2.3 Sensor LDR

LDR atau *Light Dependent Resistor* adalah sensor yang dapat mendeteksi cahaya matahari berupa intensitas yang akan memepengaruhi nilai hambatannya. Nilai hambatan dari LDR tergantung dari besar kecilnya cahaya matahari yang diterima oleh LDR tersebut. Jika intensitas yang di terima besar , maka resistan yang dihasilkan akan kecil, sebaliknya jika intensitas yang diterima kecil maka resistan yang dihasilkan besar (Supatmi, 2011). LDR ini di rangkai dengan rangkaian pembagi tegangan dengan R1 yaitu R tetap, R2 yaitu LDR sehingga akan di dapatkan nilai tegangan berbanding lurus dengan intensitas. Semakin besar intensitas yang diterima maka semakin besar tegangan yang akan dihasilkan, begitupula sebaliknya semakin kecil intensitas yang dihasilkan maka semakin kecil pula tegangan yang dihasilkan. *Light Dependent Resistor* (LDR) dibuat dari CDS (*Cadmium Sulphide*)[7]

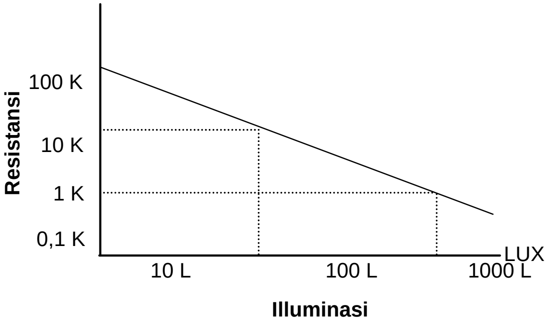
Gambar 2.7 Sensor LDR [8]



Gambar 2.8 Sensor LDR di integrasi dengan pembagi tegangan [9]

Pada gambar 2.4 R1 berfungsi sebagai resistor tetap sedangkan LDR sebagai resistor variabel dengan nilai hambatannya berubah sesuai dengan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sensor. Semakin besar intensitas yang di terima sensor maka semakin kecil hambatan dari LDR sehingga tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian pembagi tegangan semakin besar, sedangkan apabila semakin kecil intensitas yang diterima sensor maka semkain besar hambatan dari LDR sehingga tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian pembagi tegangan semakin kecil. Berikut merupakan rumus pembagi tegangan :

$$Vout = \frac{(R_2)R_{LDR}}{R_1+R_2}\ X\ Vin \qquad (2.1)$$



Gambar 2.9 Karakteristik sensor LDR

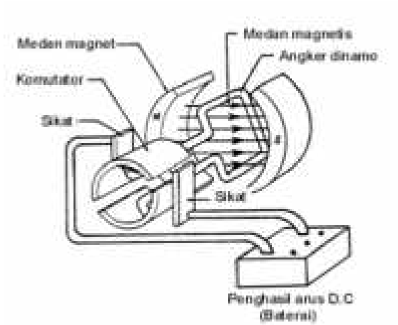
Pada karakteristik diatas dapat dilihat bila cahaya mengenai sensor itu maka harga tahanan akan berkurang. Perubahan yang dihasilkan ini tergantung dari bahan yang digunakan serta kekuatan cahaya yang mengenainya.

2.4 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Prinsip kerja dari mesin ini didasari oleh teori Hukum Lorentz yang menyatakan bahwa ketika sebuah penghantar yang dialiri arus listrik berada pada daerah yang mengandung medan magnet, maka penghantar tersebut akan mengalami gaya tarik yang arahnya tegak lurus terhadap arah arus dan medan magnet.

Motor DC memerlukan suplai tegangan DC yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik phasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang

berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.[10]



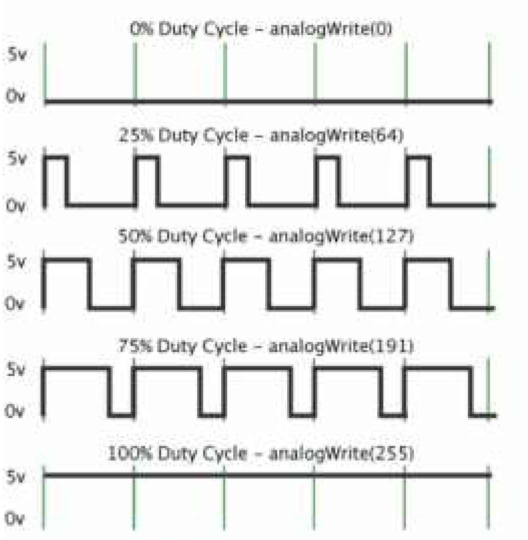
Gambar 2.10 Motor DC Sederhana[10]

Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

2.5 PWM (*Pulse Width Modulation*)

Modulasi Lebar Pulsa (PWM) merupakan metode untuk memanipulasi lebar pulsa sinyal digital dalam satu periode. Pada dasarnya prinsip dari PWM yaitu membandingkan antara sumber sinyal yang membawa (sinyal segitiga) dengan sinyal referensi (sinyal modulasi). Sinyal referensi tersebut dapat diubah-ubah nilainya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sinyal PWM merupakan sinyal digital yang memiliki amplitude tetap namun lebar pulsa pada setiap periodenya bisa berubah-ubah. Disini sinyal referensinya dapat diubah-ubah dengan menggunakan duty cycle pada sinyal PWM tersebut. [11] Duty cycle adalah lebar pulsa *on* dibandingkan dengan waktu satu perioda. Dengan cara mengatur lebar pulsa *on* dan *off* dalam satu perioda gelombang

melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu PWM akan didapatkan duty cycle yang diinginkan. Duty cycle 100% berarti sinyal tegangan pengatur motor dilewatkan seluruhnya. Jika tegangan catu 100V, maka motor akan mendapatkan tegangan 100V, pada duty cycle 50% tegangan pada motor hanya akan diberikan 50% dari total tegangan yang ada.



Gambar 2.11 Pulsa PWM[11]

2.6 Atmega 16

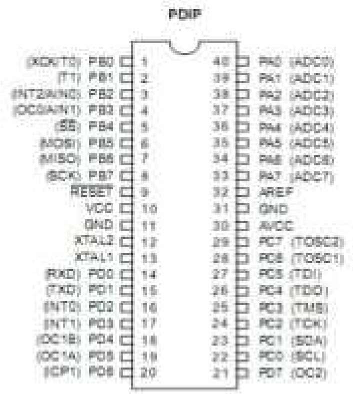
Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instuction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard.

Secara umum mikrokontroler AVR dapat dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATMega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fiturnyaSeperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATMega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit*(ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengen prosesornya (*in chip*).

Mikrokontroler ATMega 16 menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). Secara garis besar mikrokontroler ATMega16 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512te, dan SRAM 1 Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Bandar A, Bandar B, Bandar C, dan Bandar D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal
6. Bandar antarmuka SPI dan Bandar USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral :
    - Dua buah 8-bit *timer/counter* dengan prescaler terpisah dan mode *compare*
    - Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode *compare*, dan mode *capture*
    - *Real time counter* dengan osilator tersendiri
    - Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
    - 8 kanal, 10 bit ADC
    - *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
    - *Watchdog timer* dengan osilator internal

Arsitektur ATMega16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATMega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATMega16 memiliki 16K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi ATMega16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori *flash* diatur dalam 8K x 16 bit. Memori *flash* dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program *boot* dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.3. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.[12] ATMega 16 memiliki kinerja tinggi dan daya rendah karena mampu beroperasi pada tegangan 2,7 sampai 5,5 volt dengan arus sebesar 3,6mA.



Gambar 2.12 ATmega 16[12]

2.7 Kontrol Proporsional

Kontroler proporsional memiliki keluaran yang sebanding atau proporsional dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya). Secara lebih sederhana dapat dikatakan bahwa keluaran kontroler proporsional merupakan perkalian antara konstanta proporsional dengan masukannya. Perubahan pada sinyal masukan akan segera menyebabkan sistem secara langsung mengubah keluarannya

sebesar konstanta pengalinya. Berikut merupakan fungsi transfer dari kontroler proporsional :

$$U(t) = Kp\,.e(t) \qquad (2.2)$$

Kontroler proporsional memiliki 2 parameter, pita proporsional (proportional band/PB) dan konstanta proporsional. Daerah kerja kontroler efektif dicerminkan oleh PB sedangkan konstanta proporsional (Kp) menunjukkan nilai faktor penguatan terhadap sinyal kesalahan. Hubungan antara pita proporsional (PB) dengan konstanta proporsional (Kp) ditunjukkan secara prosentasi oleh persamaan sebagai berikut :

$$PB = \frac{1}{Kp} \times 100 \qquad (2.3)$$

Ciri-ciri kontroler proporsional harus diperhatikan ketika kontroler tersebut diterapkan pada suatu sistem. Secara eksperimen, pengguna kontroler proporsional harus memperhatikan ketentuan-ketentuan berikut ini :

a. Kalau nilai Kp kecil, kontroler proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.

b. Kalau nilai Kp dinaikkan, respot sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantabnya

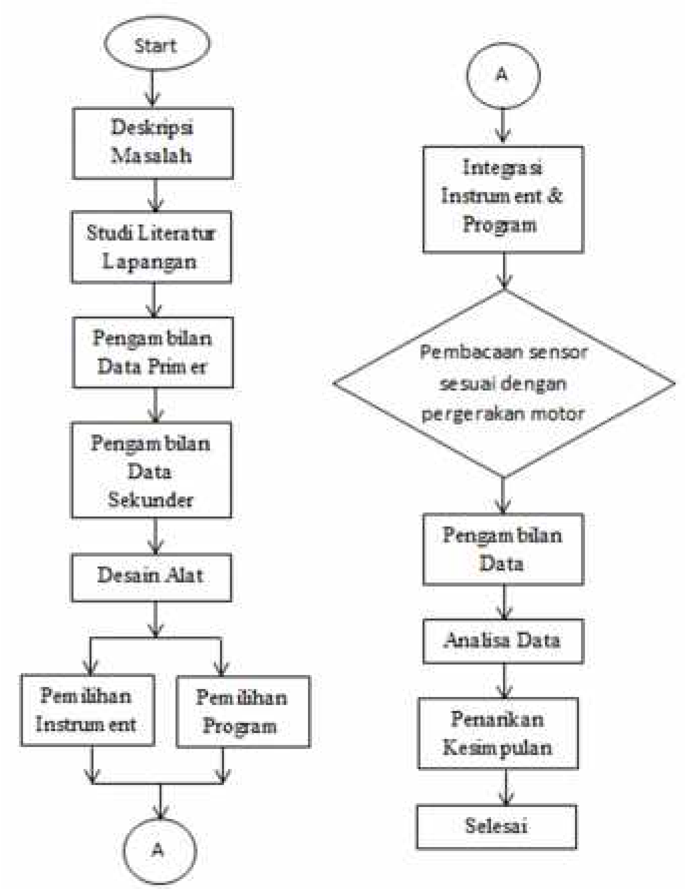
Namun jika nilai Kp diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil atau respon sistem akan berosilasi. [13]

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III
METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langlah perancangan dan pembuatan *solar tracking system* menggukan kontrol PID pada sumbu *zenith*. Berikut merupakan diagram alur yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Pelaksanaan Tugas Akhir

3.2 Metodologi Penelitian

- **Studi Literatur**
  Pada sebagai awal penelitian dilakukan studi literatur untuk mengetahui permasalahan yang sedang di alami masyarakat kali ini dengan mencari dan mempelajari melalui jurnal serta *e-book*. *(Top Ten Coffee-Producing Countries)*

- **Pengambilan Data Primer**
  Pengambilan data primer merupakan pengambilan data yang didapat kemudian ditemukan bahwa pengeringan biji kopi secara natural di Indonesia masih belum optimal sehingga di buat "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Satu Sumbu Pada Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis Penjejak Matahari Aktif dengan Mikrokontoler Atmega 16". Data yang dibutuhkan meliputi : pembacaan sensor LDR dan data motor DC.

- **Pengambilan Data Sekunder**
  Pengambilan data sekunder dilakukan dengan mencari kontrol PID yang digunakan pada sistem solar tracker untuk menentukan nilai Kp, Ki dan Kd

- **Desain Alat**
  Desain alat dilakukan dengan melakukan pemilihan instrument dan program terlebih dahulu kemudian instrument dirangkai menjadi suatu alat dan program di koding agar hasil akhir sesuai dengan yang diinginkan. Setelah itu realisasi sistem mekanik dan sistem elektrik.

- **Integrasi Instrument dan Program**
  Setelah program sudah dikoding dan instrument dirangkai maka dilakukan integrasi antara program dengan alat.

- **Running Alat**
  Pada tahap ini dilakukan pengujian alat dengan menjalankan alat tersebut, kemudian dapat dilihat kesesuaian alat dengan hasil yang diinginkan, jika belum terpenuhi maka akan dilakukan evaluasi pada desain alat terutama pada koding program.

- **Pengambilan Data Performansi Solar Tracker**
  Pada tahap ini setelah dilakukan pengujian alat kemudian di ambil data berupa uji sensor LDR, kemudian respon kontrol PID pada sistem dan validasi sensor.

- **Analisa Data**
  Pada tahap ini dilakukan analisa data bagaimana respon kontrol PID terhadap sistem pengering biji kopi satu sumbu penjejak matahari aktif. Respon dari variabel kontrol tersebut dianalisa. Apakah kondisi bisa terjaga pada *setpoint* yang ditentukan. Performa sistem pengendalian kemudian dievaluasi.

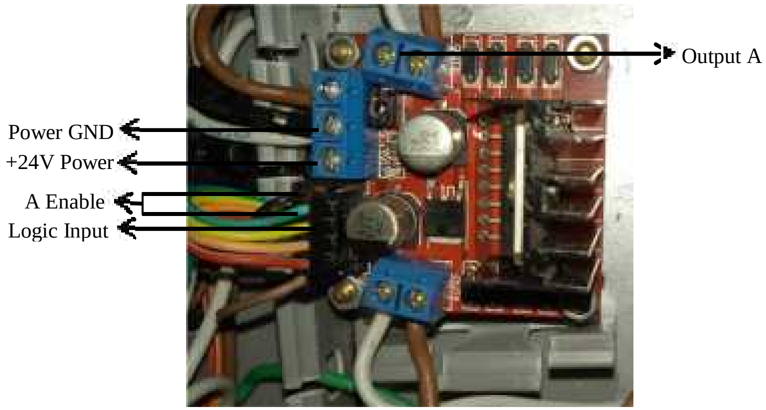
- **Penarikan Kesimpulan**
  Pada tahap ini dapat diambil kesimpulan motor dapat bekerja sesuai dengan arah gerak matahari agar *setpoint* dapat terpenuhi

3.3 Perancangan Sistem Mekanik

Pada sub bab ini dilakukan perancangan sistem mekanik mulai dari desain awal menggunakan software google sketcup, kemudian membuatnya menjadi sistem mekanik yang sesungguhnya.

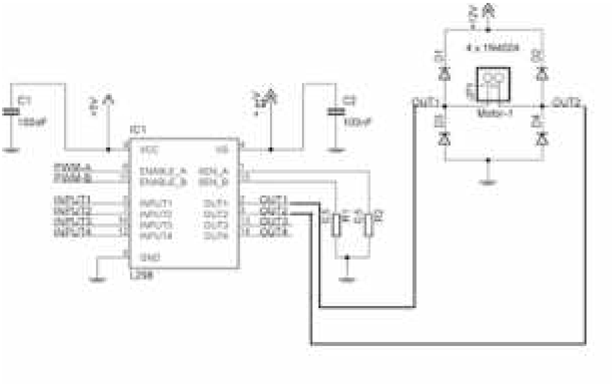
Gambar 3.2 Motor DC dan Gear Box

Pada gambar 3.2 terdapat peletakan motor DC yang digunakan untuk menggerakkan sumbu *zenith*. Motor DC tersebut merupakan motor DC 24V. Selain itu pada sistem ini juga menggunakan gear box dengan perbandingan rasio sebesar 1 : 180. Motor tersebut dapat bergerak ketika diberi input dengan tegangan minimal 1V dan tegangan maksimal 24V dengan arus 2A.



Gambar 3.3 Driver Motor

Driver motor pada gambar 3.3 yang digunakan pada sistem ini menggunakan driver motor L298N yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan serta arah gerak dari motor dc. IC utama pada L298N ini merupakan ic tipe H-bridge yang terdiri dari transistor-transistor logic dengan gerbang logika NAND yang berfungsi memudahkan dalam menentukan arah putaran motor DC. Berikut merupakan skematik IC L298N sebagai driver motor :



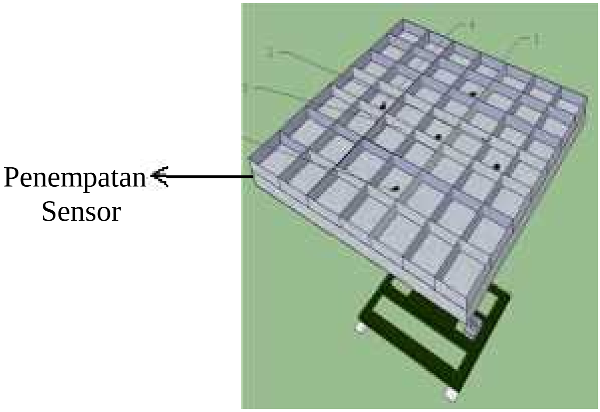
Gambar 3.4 Skematik IC L298N sebagai driver motor

Pada gambar 3.4 merupakan skematik rangkaian driver motor menggunakan IC L298N. Pada gambar 3.4 terdapat 4 kaki input yaitu pada pin 5, 7, 10, dan 12. Kaki input tersebut digunakan untuk menentukan arah putar motor. Perlu diketahui bahwa keempat kaki input pada IC L298 terbagi menjadi 2 pasang yaitu kaki input 1 dan input 2 digunakan untuk motor 1 sedangkan kaki input 3 dan input 4 digunakan untuk motor 2. Kemudian terdapat kaki Enable_A dan Enable_B. Kaki Enable tersebut harus diberi logika high (1) ketika hendak mengaktifkan rangkaian H-bridge yang ada di dalam IC L298. Sedangkan jika hendak menonaktifkan rangkaian H-bridge maka kaki Enable harus di beri logika low (0). Seperti halnya kaki input, kaki Enable terbagi menjadi 2 yaitu Enable_A untuk mengaktifkan atau menonaktifkan motor 1 sedangkan Enable_B untuk mengaktifkan atau menonaktifkan motor 2.

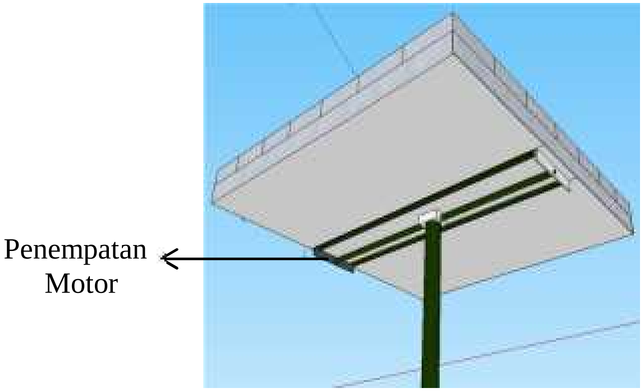
Pada gambar 3.4 dapat dilihat bahwa pada setiap kaki output IC L298 dihubungkan dengan 2 buah diode penyearah yang berfungsi untuk mencegah terjadinya induksi balik dari motor atau sering disebut dengan *electro motrive force* (EMF) yang dapat merusak rangkaian driver motor H-bridge di dalam IC L298. Kemudian terdapat 2 buah tegangan catu daya yaitu tegangan 5 VDC pada kaki VCC pin 9 dan tegangan 24 VDC pada kaki VS pin 4. VCC pin 9 5VDC merupakan tegangan catu daya untuk tegangan kerja IC L298 sedangkan VS pin 4 24VDC merupakan tegangan catu untuk tegangan kerja motor.

Gambar 3.5 Pan Pengering Biji Kopi

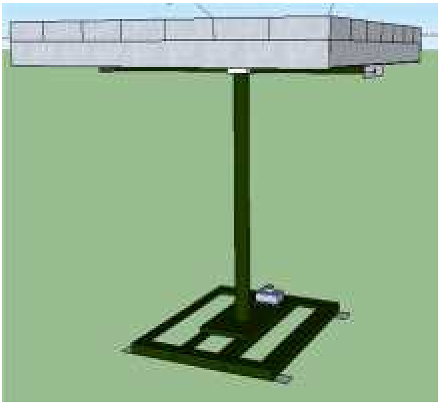
Pada gambar 3.5 merupakan gambar nampan pengering biji kopi. Nampan pengering memiliki ukuran dengan lebar 70cm dan panjang 70cm. Pada nampan dibagi menjadi tujuh kotak dengan masing-masing panjang dan lebar 10cm pada setiap kotak tersebut. Pembagian kotak tersebut diberi dengan tujuan agar biji kopi tidak tertumpuk ketika nampan dalam kondisi miring. Karena apabila biji kopi tertumpuk maka akan berakibat keringnya biji kopi yang tidak merata serta terjadinya pembusukkan pada biji kopi. Nampan ini memiliki bahan dasar berupa aluminium. Pemilihan bahan tersebut bertujuan agar mengurangi torsi yang akan dikeluarkan oleh motor DC. Kemudian bahan akan dipotong dan di las sesuai dengan desain yang telah dirancang. Berikut merupakan rancangan sistem tracking matahari pada mesin pengering biji kopi menggunakan *software* google sketcup :



Gambar 3.6 Desain awal sistem tampak atas



Gambar 3.7 Desain awal sistem tampak bawah



Gambar 3.8 Desain awal sistem tampak samping

Gambar 3.9 Tempat peletakan pan pengering biji kopi

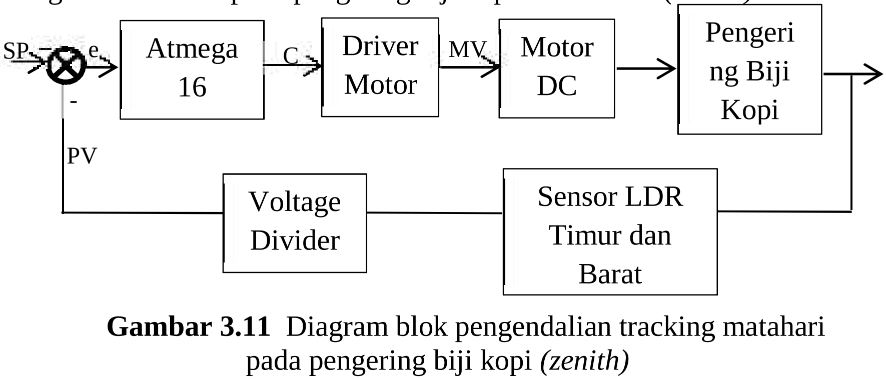
Pada gambar 3.9 merupakan tempat peletakan nampan pengering. Pada penyangga nampan tersebut terdapat sensor SHT 11. Sensor SHT tersebut digunakan untuk memonitoring kadar air, suhu, dan radiasi yang selanjutnya akan di tampilkan pada lcd pada panel.

Gambar 3.10 Peletakan mekanik motor DC dan Gear Box

Pada peletakan disini terdapat sebuah gear box yang digunakan untuk mengurangi torsi dari motor DC ketika menggerakkan beban. Desain mekanik motor DC ini dirancang portable agar motor dapat dilepas dan dipasang kembali. Motor DC disini digunakan untuk menggerakkan penjejak matahari sumbu zenith.

3.4 Perncangan Sistem Elektrik

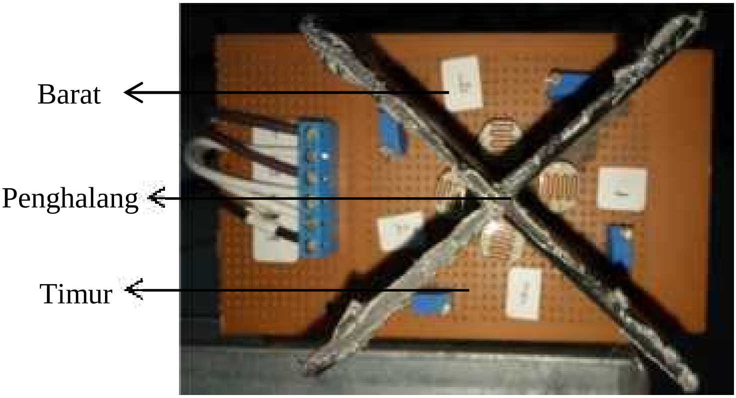
Berikut ini merupakan diagram blok sistem kendali arah gerak matahari pada pengering biji kopi satu sumbu *(zenith)*.



Gambar 3.11 Diagram blok pengendalian tracking matahari pada pengering biji kopi *(zenith)*

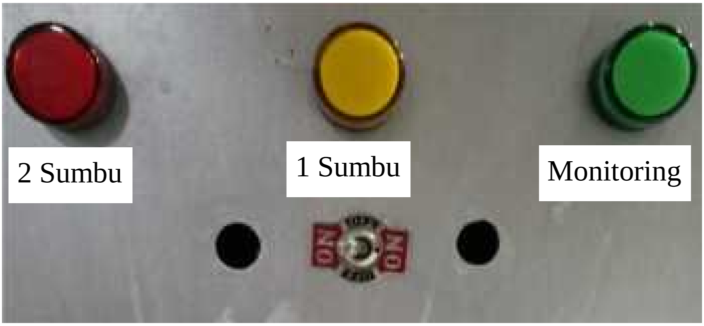
Dari diagram blok diatas dapat diketahui bahwasanya banyak sedikitnya intensitas yang diterima LDR akan menjadi acuan

LDR atau dapat dikatakan sebagai set point dari diagram blok system pengendalian tracking matahari sumbu *zenith*. Motor DC akan bergerak jika terdapat selisih nilai antara LDR timur dan LDR barat. Keluaran dari sensor LDR masih berupa resistan dengan rentang 150 Ω hingga 10 MΩ. Karena keluaran dari sensor LDR masih berupa resistan maka dibutuhkan rangkaian pembagi tegangan yang akan merubah resistan menjadi tegangan agar dapat dibaca oleh mikrokontroler. Rangkaian pembagi tegangan tersebut menggunakan R1 sebesar 10KΩ dan R2 menggunakan resistan dari sensor LDR. Dengan rangkaian pembagi tegangan maka keluaran resistan dapat diubah menjadi tegangan 1 sampai 5 VDC. Pada sistem ini menggunakan mikrokontroler ATMega 16 dengan masukkan berupa tegangan 1 sampai 5VDC. Masukan tersebut dapat menjadi *feedback* bagi Atmega 16 terlebih dahulu untuk dikontrol apabila *output* pada sistem mendekati *setpoint* menggunakan proporsional kontrol. Pada mikrokontroler ATMega 16 terdapat fungsi-fungsi yang memiliki perintah yang akan dilakukan terhadap motor 24 VDC. Keluaran dari ATMega 16 menjadi masukan bagi *driver motor*. Pada sistem ini menggunakan *driver motor* L298N. Driver motor digunakan untuk menentukan arah dari motor DC. Keluaran dari *driver motor* berupa tegangan yang merupakan masukan dari motor DC yang akan mengarahkan gerak motor DC tersebut.



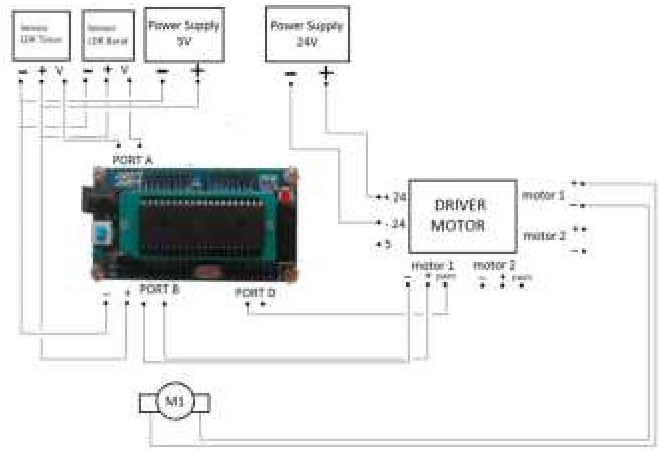
Gambar 3.12 Desain sensor LDR

Pada gambar 3.12 yang merupakan rangkaian sensor LDR sumbu *zenith*. Pada sumbu *zenith* digunakan sensor barat (sensor nomor 4) dan sensor timur (sensor nomor 3). Sensor tersebut diberi penghalang agar ketika matahari bergerak maka akan terbentuk bayangan yang akan menutupi salah satu sensor, sehingga akan terdapat perbedaan pada pembacaan nilai sensor LDR barat dan sensor LDR timur. Jika terdapat perbedaan pembacaan sesuai dengan rentang yang ditentukan maka motor akan bergerak menuju nilai pembacaan yang besar untuk membuat nilai antara kedua LDR sama. Rentang pembacaan dari sensor LDR dapat dilihat pada lampiran 1. Terdapat saklar yang berfungsi sebagai switch ketika akan mengaktifkan satu sumbu dengan dua sumbu. Saklar tersebut berguna untuk switch sensor LDR nomor 1 dan sensor LDR nomor 2 pada ground serta pada supply ATMega 16 satu sumbu dan dua sumbu. Berikut merupakan gambar saklar pada panel tersebut :



Gambar 3.13 Saklar pada Panel

Jika diintegrasikan dengan atmega 16 maka 2 sensor LDR tersebut masing-masing akan masuk pada port *analog input* (port A). Adapun integrasinya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.14 Wiring integrasi rangkaian

Pada gambar 3.14 ditunjukkan bahwa integrasi antara sensor LDR, ATMega 16, driver motor dan motor DC. Berdasarkan gambar 3.13 ditunjukkan bahwa sensor LDR menggunakan *supply* 5VDC kemudian output dari rangkaian pembagi tegangan berupa tegangan V1 dan V2 menjadi input ATMega 16 pada port A khususnya port A2 dan port A3 yang merupakan port ADC. Setelah itu port B0 dan port B1 terhubung pada motor. Pada port D dihubungkan dengan A *enable* pada *driver motor* yang akan mengatur kecepatan serta arah gerak motor. Port D digunakan karena port D merupakan keluaran pwm dari ATMega 16 yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor dengan *mode control* PID.

3.5 Perancangan Software

Pada perancangan pembuatan *software* yang digunakan untuk menggerakkan motor DC pada sistem ini yaitu menggunakan *software* atmega 16. Pada tahap pembuatan software ini dibuat *software* kontrol dengan algoritma P yang terdapat di dalam *library* atmega 16. Pada tahap ini ditentukan nilai Kp dengan metode *trial error* berdasarkan regresi eror pada pergerakan motor kemudian melihat respon yang dihasilkan.

Sehingga didapatkan nilai Kp = 0.3. Pada tahap pembuatan koding ditentukan nilai *setpoint* nya sebesar 150, nilai 150 didapatkan dari pengujian sensor LDR saat nampan pengering biji kopi tegak lurus dengan matahari kemudian didapatkan selisih sensor LDR timur dan barat akan memiliki rata-rata sebesar 150. Nilai *input* yang digunakan pada sistem ini yaitu nilai rata-rata sensor LDR barat dan sensor LDR timur, sedangkan *error* didapatkan dari *setpoint* dikurang dengan *input*. Apabila nilai *error* melebihi nilai *setpoint* yang ditentukan yaitu lebih besar dari 150 maka akan memberikan perintah untuk mengaktifkan motor DC sebaliknya jika nilai *setpoint* kurang dari sama dengan 150 maka akan memberikan perintah untuk mematikan motor 24 VDC. Program lebih lengkap terdapat pada lampiran 3, berikut merupakan penggalan program yang dibuat :

```
ldr_timur=read_adc(2);
ldr_barat=read_adc(3);
```

Gambar 3.15 Program Pembacaan ADC Sensor LDR

Pada gambar 3.15 merupakan program pembacaan ADC dari sensor LDR. Pada fungsi ldr_timur=read_adc(2) berarti bahwa sensor LDR Timur dibaca pada port A2 sedangkan pada fungsi ldr_barat=read_adc(3) berarti bahwa sensor LDR Barat dibaca pada port A3 pada mikrokontroler ATMega 16.

```
//PID X
 #define Kp   0.3
  #define Ki   0
  #define Kd   0
  #define dt   0.01     // nilai waktu sampling, 10ms
  float   s=0;          // nilai awal akumulasi error = 0
  int   eL=0;           // nilai awal error lalu = 0
  float   Referensi=1000;       // nilai referensi atau set point
  float   PID, e;
```

Gambar 3.16 Program *Tunning* P

Pada gambar 3.16 merupakan program *tunning* Kp dari sumbu *zenith*. Pada program ini telah menentukan nilai Kp dan dt

dari sistem sumbu *zenith*. Pada fungsi #define Kp 0.3 berarti bahwa mendefinisikan nilai Kp sebesar 0,3. Pada fungsi #define dt 0.01 berarti bahwa mendefinisikan nilai dt 0,01 sebagai nilai waktu *sampling* 10ms. Pada fungsi int eL=0 berarti bahwa nilai awal error sebesar 0 dan pada fungsi float s=0 berarti bahwa nilai awal akumulasi error sebesar 0.

```
void controlxy(void)//scanning motor dapat berhenti ketika error <150
{
bacaLDR();
kalLDR();//tampil data Lcd
errorLDR();          //selisih LDR
PWM_jalan();
if((errorx<=150)&&(errory<=150))
{

    dir1_A=1;
    dir2_A=1;
}

else
{
bacaLDR();
kalLDR();
bandingLDR();
}
}
```

Gambar 3.17 Program Kontrol Motor

Gambar 3.17 merupakan program kontrol motor yang digunakan untuk mengatur arah gerak serta putaran dari motor DC. Pada fungsi dir1_A=1 dan dir2_A=1 berarti bahwa mengatur arah gerak motor sumbu *zenith*. Pada fungsi tersebut di deklarasikan pada saat selisih pembacaan ADC pada sensor LDR Timur dan sensor LDR Barat kurang dari sama dengan 150 maka akan motor akan berhenti bergerak namun sebaliknya apabila selisih sensor LDR Timur dan sensor LDR Barat lebih dari 150 maka motor akan bergerak.

```
void PIDxy(void) {
//PID X

PID=((Kp*errorx)+(Ki*s)+(Kd*(errory-eL)/dt));    // hitung kontroler PID, satuan rpm
    s=s+errorx*dt;              // akumulasi error, satuan rpm
    eL=errorx;

responx=PID*255/100;
respony=PIDy*255/100;

    if(responx<0) responx=0;         // tidak ada fungsi pengereman
    if(responx>255) responx=255;         // batas rpm maksimal

    OCR1A=responx;         // ubah rpm ke nilai OCR untuk PWM
    delay_ms(1000*dt);         // tunda beberapa saat,
//                        // untuk pengaturan waktu sampling
```

Gambar 3.18 Program Kontrol Proporsional

Pada gambar 3.18 merupakan program kontrol proporsional yang digunakan untuk memasukkan rumus formula kontrol proporsional. Rumus proporsional yang digunakan sebagai berikut :

$$mv(t) = Kp\, e(t) \tag{3.1}$$

Keterangan :
mv(t) : manipulated variable
Kp : konstanta proporsional
e(t) : error (selisih antara set point dengan level sebenarnya)

Setelah hasil perhitungan PID didapatkan maka dimasukkan ke dalam rumus PWM. Pada kontroler PWM terdapat pada port D yang disebut sebagai OCR1A.

```
void PWM_jalan(void){
 kecepatan=100; //max 100
  PWM=(kecepatan*254/100);
 OCR1A=PWM;


}
```

Gambar 3.19 Program Kontrol Kecepatan Motor

Berdasarkan fungsi pada gambar 3.18 maka dimasukkan pada fungsi pada gambar 3.19 dengan tujuan motor DC bergerak sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan PWM.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
ANALISA DATA

Data yang diambil dalam penelitian tugas akhir ini meliputi data pengujian sensor, analisa sistem kontrol PID, data pengujian motor DC. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan pembacaan sensor pada nampan pengeringan.

4.1 Data Pengujian Sensor LDR

Sensor yang digunakan pada pengering biji kopi berbasis penjejak matahari aktif satu sumbu ini adalah LDR (Light Dependent Resistor), dimana prinsip kerjanya adalah semakin banyak cahaya yang masuk maka resistansinya akan berkurang, sedangkan jika cahaya semakin berkuang maka resistansinya bertambah. Light Dependent Resistor atau disingkat dengan LDR adalah jenis resistor yang nilai hambatan tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya.

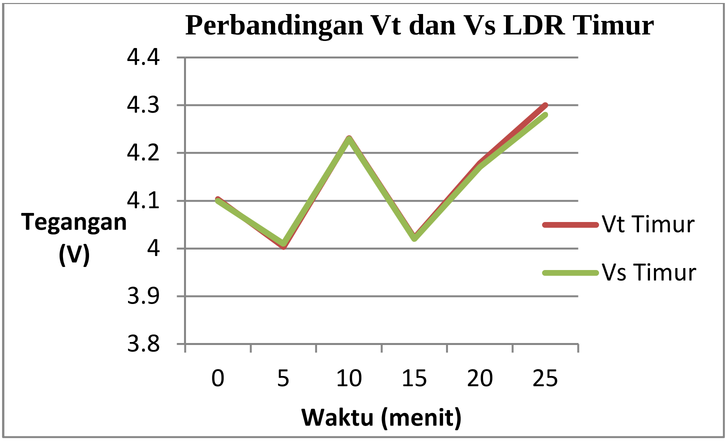
Oleh karena itu cahaya berbanding terbalik dengan resistansi, agar outputannya menjadi tegangan maka digunakan rangkaian *voltage divider*. Pengujian sensor dilakukan pada pukul 12.00 WIB tanggal 19 Juli 2017 dengan menghadapkan 2 sensor LDR pada cahaya matahari secara langsung. Pada pengujian sensor LDR ini di ambil tegangan yang keluar pada LDR Timur dan LDR Barat menggunakan multimeter, setelah itu di catat nilai ADC dari sensor. Kemudian nilai ADC tersebut di konversi menjadi tegangan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Vout = ADC \; x \; \frac{Vin}{1024} \tag{4.1}$$

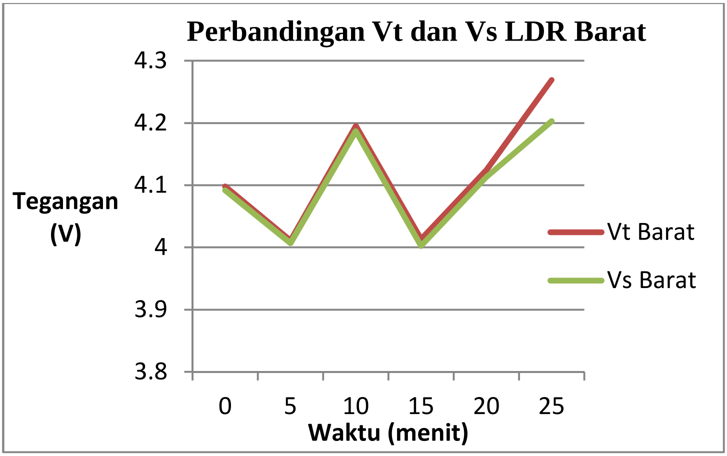
Keterangan :

Vout	: Tegangan keluaran
Vin	: Tegangan masukan sebesar 5VDC
ADC	: nilai ADC yang di keluarkan oleh sensor

Setelah didapatkan nilai tegangan terukur (Vt) dan tegangan standar (Vs) maka dapat didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Perbandingan Vt dan Vs LDR Timur



Gambar 4.2 Perbandingan Vt dan Vs LDR Barat

Dari grafik pada gambar 4.1 dan 4.2 menjelaskan bahwa tegangan pada saat sensor LDR timur dan LDR barat dihadapkan pada matahari secara langsung dibandingkan dengan tegangan

standar dari masing-masing LDR mempunyai selisih tegangan yang hampir sama dengan rata-rata selisih 0.01 sehingga dapat dikatakan bahwa performansi dari kedua sensor cukup baik.

4.1.1 Karakteristik Statis

Karakteristik statik merupakan suatu karakteristik yang perlu diperhatikan ketika alat tersebut digunakan untuk mengukur suatu kondisi. Berikut merupakan data pengujian sensor LDR barat dan LDR timur :

Tabel 4.1 Pengujian sensor LDR

No	Pembacaan Standart		Pembacaan Alat	
	Timur	Barat	Timur	Barat
7:00	0.741	0.691	0.745	0.694
7:00	0.794	0.809	0.801	0.819
7:00	0.789	0.704	0.793	0.712
12:00	4.02	4.002	4.022	4.013
12:00	4.171	4.113	4.179	4.124
12:00	4.28	4.203	4.3	4.269

Untuk mengetahui nilai karakteristik dilakukan perhitungan sebagai berikut :

a. Sensitivitas (dari data pengujian alat) :
   - Sensitivitas (LDR Timur) $= \frac{\Delta O}{\Delta I}$
     $$= \frac{4.3 - 0.745}{4.28 - 0.741} = 0.016$$
   - Sensitivitas (LDR Barat) $= \frac{\Delta O}{\Delta I}$
     $$= \frac{4.269 - 0.694}{4.203 - 0.691} = 1.017$$

b. Akurasi :

- $Akurasi\ (LDR\ Timur) = 1 - \left|\frac{Y_n - X_n}{Y_n}\right|$ x100%,
  dengan Y_n = Pembacaan standar (I) dan X_n = Pembacaan alat (O)

$A = 1 - |0{,}0053|$x 100%
=99.47%

- $Akurasi\ (LDR\ Barat) = 1 - \left|\frac{Y_n - X_n}{Y_n}\right|$ x100%,
  dengan Y_n = Pembacaan standar (I) dan X_n = Pembacaan alat (O)

$A = 1 - |0{,}0043|$x 100%
=99.57%

c. Error :

- Error LDR Timur
  $e = 1 - A$
  $e =$ 1-0,9947
  $e =$ 0.0053
  Persen error = 0.53%

- Error LDR Barat
  $e = 1 - A$
  $e =$ 1-0,9957
  $e =$ 0.0043
  Persen error = 0.43%

d. Non-Linieritas

- Non-Linieritas Timur
  K (sensitivitas) = 0.016
  $a = O_{min} - KI_{min}$
  $a = 0.745 - 0.016\ x\ 0.741$
  $a = 0.734$

  $N = alat_{min} - (KI + a)$
  $N = 0{,}745 - (0.016\ x\ 0.741 + 0.734)$
  $N = 0$

$$Non\ Linieritas = \frac{N}{O_{max} - O_{min}}\ x\ 100\%$$
$$Non\ Linieritas = \frac{0}{4.3 - 0.745}\ x\ 100\%$$
$$Non\ Linieritas\ = 0\%$$

- Non-Linieritas Barat
  K (sensitivitas) = 1.017
  $a = O_{min} - KI_{min}$
  $a = 0.694 - 0.016\ x\ 0.691$
  $a = 0.683$

  $N = alat_{min} - (KI + a)$
  $N = 0694 - (0.016\ x\ 0.691 + 0.683)$
  $N = 0$
  $$Non\ Linieritas = \frac{N}{O_{max} - O_{min}}\ x\ 100\%$$
  $$Non\ Linieritas = \frac{0}{4.269 - 0.694}\ x\ 100\%$$
  $$Non\ Linieritas\ = 0\%$$

Sehingga diperoleh nilai karakteristik statik dari sensor LDR diantaranya :

a. LDR Timur :
- Range : 0.7 – 4.3V
- Span : 3.6V
- Resolusi :0,001
- Sensitifivitas (V) : 0.016V
- Akurasi : 99.47 %
- Kesalahan (*error)* :0,53%
- Non Linieritas : 0%

b. LDR Barat :
- Range : 0.6 – 4.2V

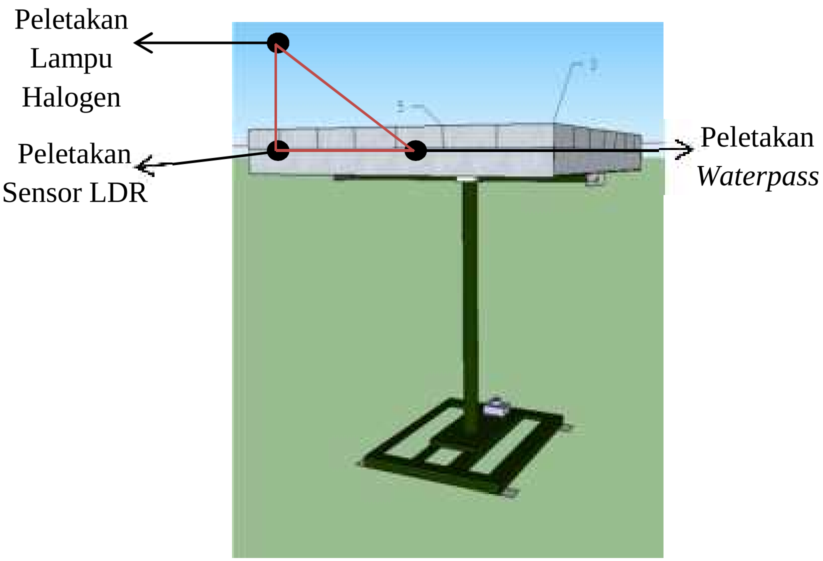
- Span : 3.6V
- Resolusi :0,001
- Sensitifivitas (V) : 1.017V
- Akurasi : 99.57 %
- Kesalahan *(error)* :0,43%
- Non Linieritas : 0%

4.2 Validasi Sensor LDR Sumbu Zenith

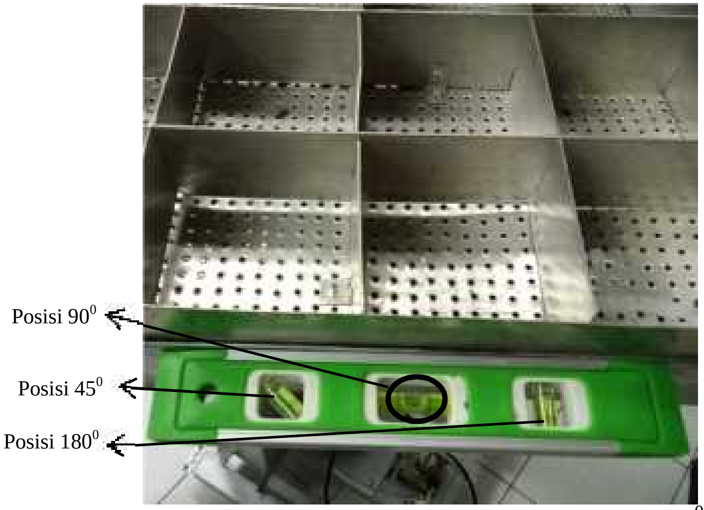
Sensor LDR digunakan untuk memanipulasi posisi matahari berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sensor LDR timur dan LDR barat sehingga nampan pengering biji kopi tegak lurus dengan matahari. Setelah dilakukan pengujian sensor LDR maka dilakukan validasi sensor LDR khususnya pada sumbu zenith. Validasi dilakukan pada tanggal 20 Juli 2017 pukul 01 :15 WIB yang bertempatkan di laboratorium workshop instrumentasi jurusan teknik fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pada proses pengambilan data sensor LDR digunakan alat pendukung yaitu waterpass dan lampu. Berikut merupakan rangkaian peralatan pengujian sensor LDR pada sumbu zenith :

Gambar 4.3 Rangkaian peralatan validasi sensor

Berikut merupakan skematik perangkaian validasi sensor :



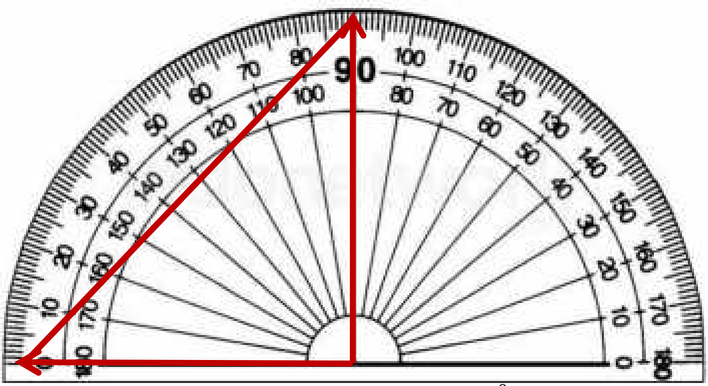
Gambar 4.4 Skema rangkaian validasi sensor



Gambar 4.5 Penunjukkan posisi pada *waterpass* 90^0

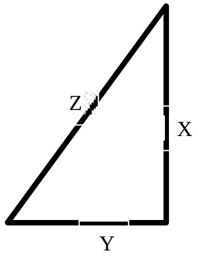
Pada waterpass terdapat tiga indikator dengan tiga tabung cairan kuning. Posisi dapat diketahui ketika pada ketiga indikator tersebut terdapat salah satu indikator dengan gelembung tepat berada di tengah. Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pada *waterpass* menunjukkan posisi 90^0 berdasarkan sudut zenith ketika nampan bergerak sejauh 90^0. Sedangkan pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pada waterpass menunjukkan posisi 45^0 berdasarkan sudut zenith ketika nampan bergerak sejauh 45^0.

Gambar 4.6 Penunjukkan posisi waterpass 45^0



Gambar 4.7 Posisi 90^0

Ketika nampan pada saat posisi 0^0 kemudian digerakkan sejauh 90^0 maka dapat ditarik garis seperti pada gambar 4.7. Garis tersebut membentuk segitiga sehingga dapat dicari jarak perpindahan nampan pengering dari segitiga tersebut dengan menggunakan rumus *phytagoras* sebagai berikut :

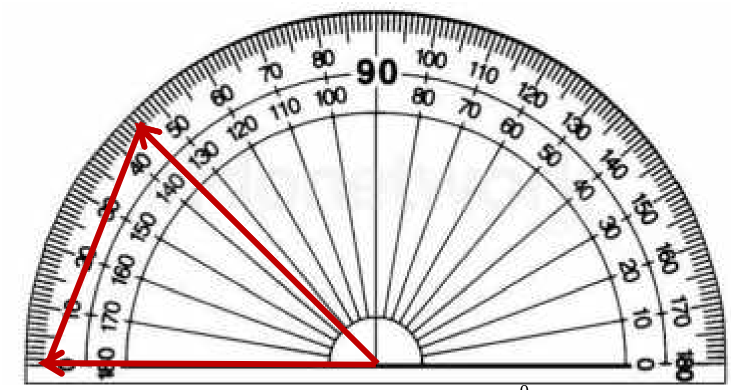


$$Z = \sqrt{x^2 + y^2} \qquad (4.2)$$

Pada pengukuran sudut 90^0 diketahui bahwa x bernilai 35cm dan y bernilai 100cm. Nilai 35cm didapatkan dari setengah ukuran nampan pengering. Sedangkan nilai 100cm didapatkan dari jarak sensor dengan sumber intensitas cahaya. Kemudian nilai x dan y di masukkan ke dalam rumus sebagai berikut :

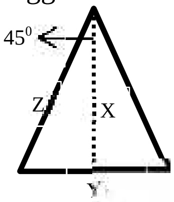
$$Z = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{35^2 + 100^2} = \sqrt{11225} = 105{,}948\ cm$$

Sedangkan ketika dilakukan pengukuran menggunakan meter ukur didapatkan nilai Z sebesar 103 cm.



Gambar 4.8 Posisi 45^0

Ketika nampan pada saat posisi 0^0 kemudian digerakkan sejauh 45^0 maka dapat ditarik garis seperti pada gambar 4.8. Garis tersebut membentuk segitiga sehingga dapat dicari dicari jarak perpindahan nampan pengering dari segitiga tersebut dengan menggunakan rumus *trigonometri* sebagai berikut :



$$\cos 45 = \frac{x}{z} \qquad (4.3)$$

Pada pengukuran sudut 900 diketahui bahwa z bernilai 35 dan sudut cos 45. Nilai 35cm didapatkan dari setengah ukuran nampan pengering. Sedangkan nilai cos 45 didapatkan dari sudut yang terbentuk ketika motor bergerak. Kemudian nilai z dan cos 45 di masukkan ke dalam rumus sebagai berikut :

$$\cos 45 = \frac{x}{z}$$

$$\frac{1}{2}\sqrt{2} = \frac{x}{35}$$

$25 = x$

Setelah di dapatkan nilai x dan nilai z maka menggunakan rumus phytagoras kembali untuk mencari nilai y sebagai berikut :

$$y = \sqrt{z^2 - x^2} = \sqrt{35^2 - 25^2} = \sqrt{600} = 24{,}49\ cm$$

Sedangkan ketika dilakukan pengukuran menggunakan meter ukur didapatkan nilai Y sebesar 26 cm. Berdasarkan perhitungan serta data hasil pengukuran didapatkan tabel 4.1. Pada tabel 4.2 terdapat warna merah yang berarti pengukuran dengan meter ukur sedangkan warna ungu yang berarti pengukuran berdasarkan rumus. Berikut merupakan tabel data pengujian sensor LDR :

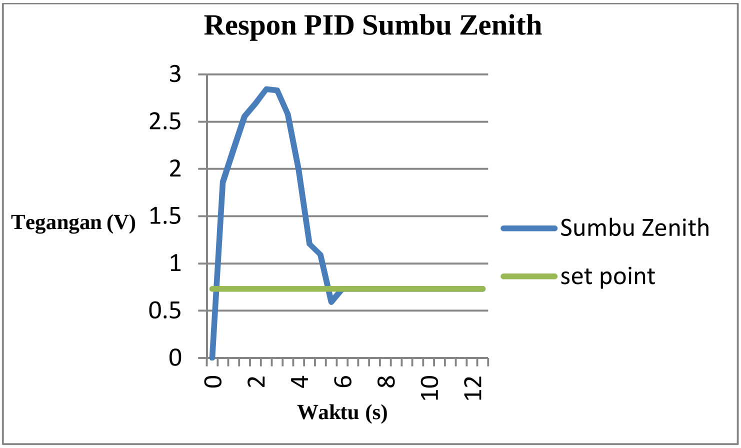
Tabel 4.2 Data Validasi Sensor LDR

Waterpass	X	Y		Z	
90^0	100	35		103	105,948
45^0	25	26	24,49	35	

4.3 Analisa Sistem Kontrol Proporsional

Metode kontrol pada sumbu *zenith* ini menggunakan kontrol proporsional yang berfungsi untuk memperbaiki respon pengendalian *solar tracker*, dengan tujuan agar pergerakan motor DC menjadi lebih baik untuk mencapai *setpoint*. Pengendalian *Solar tracker* ini dilakukan dengan berbagai percobaan penentuan *setpoint, feedback* dari sensor, Kp. Penentuan *setpoint* dilakukan dengan mengetahui selisih antara dua sensor LDR yaitu LDR timur dan LDR barat sebagai tetapan yaitu sebesar 150 pada pembacaan ADC kemudian di konversi menjadi tegangan sebesar 0,733V, sedangkan *feedback* berasal dari selisih kedua sensor tersebut pada saat *real plan* atau *running*. PID kontrol tersebut dimasukkan pada program. Pada program ini kontrol *zenith* yang bergerak terlebih dahulu. Respon yang terbaik pada *plan solar tracker* dengan penentuan Kp = 0,3 yang diperoleh dengan metode *trial and error*.

Nilai *setpoint* adalah 0,733V yang berasal dari selisih pembacaan kedua sensor pada saat tegak lurus dengan matahari. Pada pengambilan data di ambil *sample* respon selama 13 detik pada tanggal 21 Juli 2017 pukul 12.38. Data yang diambil pada saat pengambilan merupakan data pembacaan tegangan dari sensor dapat dilihat pada lampiran 2. Berikut merupakan grafik respon sistem :



Gambar 4.9 Grafik respon sistem sumbu *zenith*

Pada kondisi awal sensor membaca dalam keadaan nol. Dari gambar 4.9 dapat diketahui bahwa nilai *rise time* merupakan waktu yang diukur mulai dari respon t=0 hingga respon memotong sumbu steady. *Rise time* pada sistem sumbu *zenith* adalah 0,5 detik. Nilai maksimum *overshoot* adalah nilai puncak maksimum terhadap *setpoint*. Maksimum *overshoot* pada sistem sumbu *zenith* adalah 2,844V. *Undershoot* yaitu nilai respon terendah terhadap *setpoint*, *undershoot* pada sistem ini adalah 0.591V. Sedangkan *settling time* yaitu waktu yang menyatakan respon telah memasuki lebih kurang 5%, 2%, 0.5% dari keadaan *steady*. *Settling time* disini adalah 6 detik.

4.4 Data Pengujian Motor DC

Motor DC yang digunakan berfungsi sebagai penggerak nampan pengering biji kopi berdasarkan sumbu zenith. Motor yang digunakan yaitu motor DC 24V. Pengambilan data dilakukan secara eksperimen dengan pengambilan data langsung yang dilakukan di laboratorium *power system and machine electri*c jurusan teknik elektronika industri Politeknik Elektronika Negeri Surabaya pada tanggal 19 Juli 2017. Pada pengujian motor DC tersebut alat yang digunakan yaitu *tachometer*, regulator tegangan, Avo Meter dan *stopwatch*.

Gambar 4.10 Motor DC diletakkan pada penjepit

Pada proses pengujian motor hal pertama yang dilakukan adalah motor DC diletakkan pada penjepit motor seperti pada gambar 4.10 hingga rapat kemudian dikunci agar motor tidak bergerak saat pengambilan data menggunakan *tachometer*.

Gambar 4.11 Regulator Tegangan

Kemudian motor dihubungkan pada *power supply* sebagai *supply* tegangan pada motor DC. Pada *power supply* terdapat regulator tegangan sehingga dapat diatur tegangan yang menjadi masukkan pada motor DC seperti pada gambar 4.11. Pada data pengujian motor DC tegangan yang digunakan adalah tegangan 1V hingga 24V sesuai dengan spesifikasi motor DC yang digunakan pada sistem satu sumbu.

Gambar 4.12 Rangkaian pengambilan data motor DC

Pada saat pengambilan data motor dirangkai seperti pada gambar 4.12 kemudian pada *power supply* diatur *input* tegangan yang diinginkan.

Gambar 4.13 Pengambilan data menggunakan *Tachometer*

Setelah seluruh peralatan telah dirangkai seperti pada gambar 4.13 maka RPM pada motor DC dapat diukur. Pengukuran dilakukan setelah 10 detik motor DC berjalan dikarenakan menunggu keadaan *steady* dari RPM motor DC tersebut. Setelah dicari nilai RPM standar dengan RPM maksimal dari spesifikasi motor di bagi dengan tegangan maksimal motor DC dengan rumus sebagai berikut :

$$RPM_{standar} = \frac{RPM_{max}}{V_{max}} \qquad (4.4)$$

Keterangan :

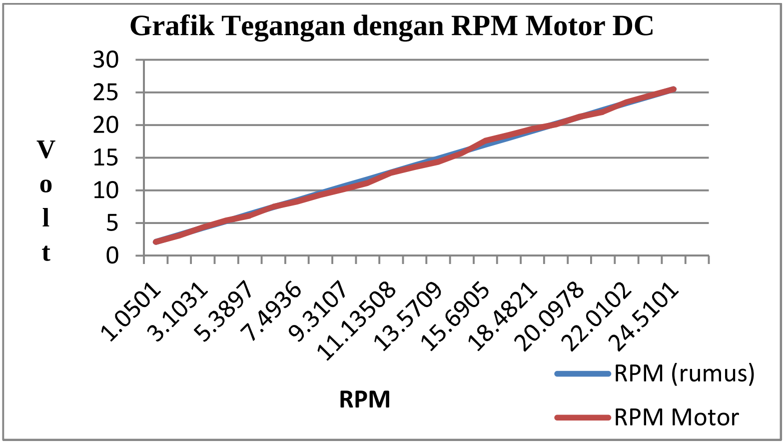
RPM Standar	: RPM *output*
RPM Max	: RPM maksimal dari spesifikasi motor (25,5)
Vmax	: Tegangan maksimal dari spesifikasi motor (24VDC)

Setelah didapatkan nilai RPM Standar maka didapatkan didapatkan tabel data saat pengujian motor DC sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data pengujian motor DC

Tegangan (V)	RPM (rumus)	RPM Motor 1
1	1.0625	1.0501
2	2.125	2.0987
3	3.1875	3.1031
4	4.25	4.3092
5	5.3125	5.3897
6	6.375	6.1139
7	7.4375	7.4936
8	8.5	8.292
9	9.5625	9.3107
10	10.625	10.1975
11	11.6875	11.13508
12	12.75	12.6983
13	13.8125	13.5709
14	14.875	14.3621
15	15.9375	15.6905
16	17	17.5859
17	18.0625	18.4821
18	19.125	19.4053
19	20.1875	20.0978
20	21.25	21.2937
21	22.3125	22.0102
22	23.375	23.5309
23	24.4375	24.5101
24	25.5	25.4909

Berdasarkan data yang di dapatkan dari tabel 4.2 maka dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan dengan RPM Motor DC sebagai berikut :



Gambar 4.14 Grafik Tegangan dengan RPM Motor DC

Pada grafik dapat dilihat bahwa terdapat RPM rumus dan RPM motor yang dibandingkan berdasarkan tegangan yang menjadi masukkan. RPM rumus didapatkan berdasarkan spesifikasi dari motor DC itu sendiri. Berdasarkan spesifikasi dari motor DC tersebut dapat dilihat bahwa RPM maksimal dari motor DC sebsar 25,5 dengan tegangan maksimal 24. Apabila di tarik secara linier maka didapatkan data motor berdasarkan rumus seperti pada tabel 4.2. Sedangkan data RPM motor didapatkan dari pengukuran langsung dengan alat ukur *tachometer*. Seperti pada grafik dapat dilihat bahwa RPM motor pengukuran langsung dengan RPM motor berdasarkan rumus memiliki perbedaan yang sangat kecil dengan rata-rata selisih 0.20953.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang dapat diambil dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Setpoint pada pembacaan ADC sensor Timur dan sensor Barat adalah 150, setpoint setelah dikonversi menjadi tegangan adalah 0,733 volt.
- Nilai Kp, yang diperoleh dari *trial and error* adalah Kp = 0.3.
- Didapatkan nilai settling time dengan waktu 6 detik, nilai rise time 0,5 detik, nilai overshoot 2,844 volt dan nilai undershoot 0,591volt.
- Pada karakteristik statik didapatkan pada sensor LDR timur nilai sensitivitas sebesar 0.016, akurasi sebesar 99.47%, error sebesar 0.53% dan non-linieritas sebesar 0%. Sedangkan pada sensor LDR barat nilai sensitivitas 1.017, akurasi sebesar 99.57%, error sebesar 0.43% dan non-linieritas sebesar 0%.

5.2 Saran

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kelanjutan plant ini adalah sebagai berikut :

- Pengukuran seharusnya dilakukan untuk keadaan yang sesuai seperti panas atau mendung dan cerah atau berawan.
- Sensor yang dipakai harus sudah diuji sebelumnya.
- Alat diletakkan di tempat yang lapang sehingga tidak ada bayangan yang akan menutupi alat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] "Top Ten Coffee-Producing Countries" (HTML). National Geographic. Diakses tanggal 24 Januari 2017

[2] Suryadiwansa, Gusri, Arinal, Yanuar. 2012, Sistem produksi bersih dan terintegrasi untuk pengolahan kopi lampung dalam rangka meningkatkan daya saing dan mutu produk, *Hiba Laporan Program Hi-Link tahun 2012,* Universitas Lampung.

[3] (http://iccri.net/pengolahan-kopi/) diakses pada tanggal 24 Januari 2017

[4] Gusri, Suryadiwansa, Arinal, 2013, Teknologi pengering kopi atap ganda rmaha lingkungan, Laporan *Program Iptekda LIPI tahun 2012*, Universitas Lampung.

[5] A. Muhammad, "Rancang Bangun Sistem Penjejeak Matahari 2 Sumbu Berbasis Kontrol Adaptive Neuro-Fuzzy INference System (ANFIS)," *Sains dan Seni POMITS* , vol. 1, pp. 1-6, 2012.

[6] Mohanad Alata, M.A. Al-Nimr, Yousef Qaroush, Developing a multipurpose sun tracking system using fuzzy control, Energy Conversion and Management 46 (2005) 1229–1245.

[7] Saputra,wahana.2008.Rancang Bangun Solar Tracking System untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari pada Solar Cell.Skripsi Universitas Indonesia.Depok

[8] Supatmi,Sri. 2011. Pengaruh Sensor LDR terhadap Pengontrolan Lampu. Universitas Komputer Indonesia, 8 :2

[9] Muhammad,Amar.2014.Rancang Bangun Sistem Penjejak Matahari 2 Sumbu Berbasis Kontrol *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (Anfis). Tugas Akhir ITS.Surabaya

[10]http://staff.ui.ac.id/system/files/users/chairul.hudaya/material/dcmotorpaperandqa.pdf. Diakses pada tanggal 6 Juni 2017

[11] Anonim.,2013.PWM, <URL: http://arduino.cc/en/Tutorial/PWM>

[12] Anonim,2012.Atmega 16, <URL: http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/28677/Chapter%20II.pdf>
[13] Nuraeni, Nurfatimah Dwi, Riski, Kontrol PID, Laporan Kontrol Otomatis tahun 2014, Universitas Hasanuddin

LAMPIRAN 1
Datasheet Sensor Light Dependent Resistor - LDR

SUNROM TECHNOLOGIES
Your Source for Embedded Systems

Email: [illegible] or [illegible]
Visit us at [illegible]

Document: Datasheet | Date: [illegible] | Model #: [illegible] | Product's Page: [illegible]

Light Dependent Resistor - LDR

Two cadmium sulphide(cds) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.

Applications

Photoconductive cells are used in many different types of circuits and applications.

Analog Applications

- Camera Exposure Control
- Auto Slide Focus - dual cell
- Photocopy Machines - density of toner
- Colorimetric Test Equipment
- Densitometer
- Electronic Scales - dual cell
- Automatic Gain Control – modulated light source
- Automated Rear View Mirror

Digital Applications

- Automatic Headlight Dimmer
- Night Light Control
- Oil Burner Flame Out
- Street Light Control
- Absence / Presence (beam breaker)
- Position Sensor

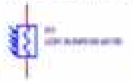
Electrical Characteristics

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Cell resistance	1000 LUX	-	400	-	Ohm
	10 LUX	-	9	-	K Ohm
Dark Resistance	-	-	1	-	M Ohm
Dark Capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise Time	1000 LUX	-	2.8	-	ms
	10 LUX	-	18	-	ms
Fall Time	1000 LUX	-	48	-	ms
	10 LUX	-	120	-	ms
Voltage AC/DC Peak		-	-	320	V max
Current		-	-	75	mA max
Power Dissipation				100	mW max
Operating Temperature		-60	-	+75	Deg. C

Guide to source illuminations

Light source illumination	LUX
Moonlight	0.1
60W Bulb at 1m	50
1W MES Bulb at 0.1m	100
Fluorescent Lighting	500
Bright Sunlight	30,000

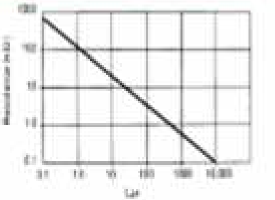
FIGURE 1 CIRCUIT SYMBOL



Sensitivity

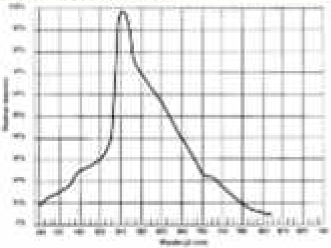
The sensitivity of a photodetector is the relationship between the light falling on the device and the resulting output signal. In the case of a photocell, one is dealing with the relationship between the incident light and the corresponding resistance of the cell.

FIGURE 2 RESISTANCE AS FUNCTION OF ILLUMINATION



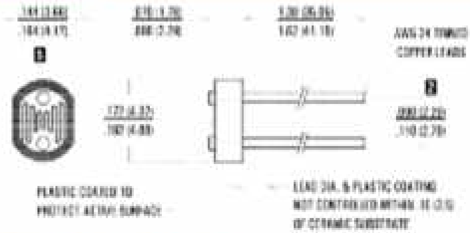
Spectral Response

Figure 3 Spectral response



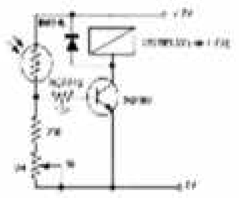
Like the human eye, the relative sensitivity of a photoconductive cell is dependent on the wavelength (color) of the incident light. Each photoconductor material type has its own unique spectral response curve or plot of the relative response of the photocell versus wavelength of light.

Dimensions



Typical Application Circuits

Sensitive light operated relay



Logarithmic law photographic light meter

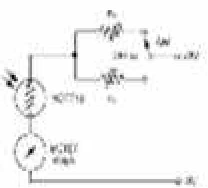
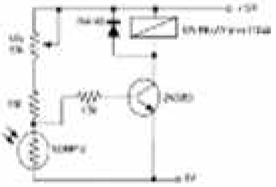
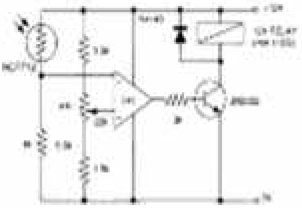


Figure 7. Light interruption detector



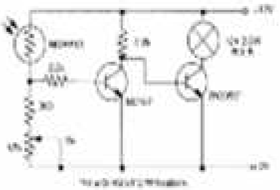
As Figure 6 relay energised when light level drops below the level set by VR.

Figure 10. Extremely sensitive light operated relay



Relay energised when light exceeds preset level. Incorporates a balancing bridge and op-amp. R_1 and VR1 may be interchanged for the reverse function.

Figure 8. Automatic light circuit



LAMPIRAN 2
Data Pengambilan Respon Sistem

ADC	Sumbu Zenith	Waktu (s)	set point
0	0	0	0.733
0.2	1.857	0.5	0.733
0.4	2.21	1	0.733
0.6	2.556	1.5	0.733
0.8	2.693	2	0.733
1	2.844	2.5	0.733
1.2	2.829	3	0.733
1.4	2.58	3.5	0.733
1.6	1.989	4	0.733
1.8	1.207	4.5	0.733
2	1.094	5	0.733
2.2	0.591	5.5	0.733
2.4	0.733	6	0.733
2.6	0.733	6.5	0.733
2.8	0.733	7	0.733
3	0.733	7.5	0.733
3.2	0.733	8	0.733
3.4	0.733	8.5	0.733
3.6	0.733	9	0.733
3.8	0.733	9.5	0.733
4	0.733	10	0.733
4.2	0.733	10.5	0.733
4.4	0.733	11	0.733
4.6	0.733	11.5	0.733
4.8	0.733	12	0.733
5	0.733	12.5	0.733

LAMPIRAN 3
Program Pengendalian Satu Sumbu Penjejak Matahari Aktif ATMega 16 Pada CodevisionAVR

```
/*****************************************************
*
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

Project :
Version :
Date    : 01/06/2017
Author  : sasa
Company :
Comments:


Chip type               : ATmega16A
Program type            : Application
AVR Core Clock frequency: 11,095200 MHz
Memory model            : Small
External RAM size       : 0
Data Stack size         : 256
*****************************************************
/

#include <mega16a.h>

#include <delay.h>
#include <math.h>
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
//output arah ke motor data 0/1
#define dir1_A PORTB.0                    //atas bawah
#define dir2_A PORTB.1

//PID X
 #define Kp   0.3
  #define Ki   0
  #define Kd   0
  #define dt   0.01          // nilai waktu sampling, 10ms
  float   s=0;               // nilai awal akumulasi error = 0
  int   eL=0;                // nilai awal error lalu = 0
  float   Referensi=1000;// nilai referensi atau set point
  float   PID, e;

 int PWM,kecepatan;
 int PWMx,kecepatanx;

float Speed=0;
 float responx,respony;


#define ADC_VREF_TYPE 0x40

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
```

```
}

// Declare your global variables here


int ldr_utara=0,ldr_selatan=0,ldr_timur=0,ldr_barat=0;
char tampung[20];
int timeout=10000,time=0;
float errorx,errory;
int kondisi=0;

void bacaLDR(void){

    ldr_timur=read_adc(2);
    ldr_barat=read_adc(3);

}

void bandingLDR(void){
   if(ldr_timur!=ldr_barat){
sumbuz:
        if(ldr_timur<ldr_barat){
        //gerak ke kanan / motor 2 foward
            dir1_A=0;
            dir2_A=1;
        }
        else if(ldr_barat<=ldr_timur){
        //gerak ke kiri / motor 2 reverse
            dir1_A=1;
            dir2_A=0;
        }
//    lcd_gotoxy(5,2);
//    sprintf(tampung,"%1d_%1d",dir1_A,dir2_A);
//    lcd_puts(tampung);
        ldr_timur=read_adc(2);
        ldr_barat=read_adc(3);
```

```
        if((ldr_timur!=ldr_barat) && (time++<=timeout)) goto
sumbuz;
    }

}

void kalLDR(void){
        bacaLDR();
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        sprintf(tampung,"R:%d - L:%d",ldr_timur,ldr_barat);
        lcd_puts(tampung);
        delay_ms(300);

    }

void errorLDR(void){
bacaLDR();
errorx=ldr_timur-ldr_barat;
if(errorx<=0)
{errorx=errorx*-1;}

e=errorx;

/*lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
sprintf(tampung,"error X:%d",errorx);
     lcd_puts(tampung);
        lcd_gotoxy(0,1);
sprintf(tampung,"error Y:%d",errory);
     lcd_puts(tampung);
delay_ms(300);
*/
}

void PWM_jalan(void){
```

```
 kecepatan=100; //max 100
  PWM=(kecepatan*254/100);
 OCR1A=PWM;

}


void PIDxy(void) {
//PID X

PID=((Kp*errorx)+(Ki*s)+(Kd*(errory-eL)/dt));    // hitung
kontroler PID, satuan rpm
    s=s+errorx*dt;            // akumulasi error, satuan rpm
    eL=errorx;

responx=PID*255/100;
respony=PIDy*255/100;

    if(responx<0) responx=0;        // tidak ada fungsi pengereman
    if(responx>255) responx=255;        // batas rpm maksimal

    OCR1A=responx;        // ubah rpm ke nilai OCR untuk PWM
    delay_ms(1000*dt);        // tunda beberapa saat,
//                    // untuk pengaturan waktu sampling

}
void control(void)//scanning motor jalan terus
{
bacaLDR();
kalLDR();//tampil data Lcd
errorLDR();          //selisih LDR
PWM_jalan();
bandingLDR();
}
```

```
void controlxy(void)//scanning motor dapat berhenti ketika error
<150
{
bacaLDR();
kalLDR();//tampil data Lcd
errorLDR();           //selisih LDR
PWM_jalan();
if((errorx<=150)&&(errory<=150))
{

   dir1_A=1;
   dir2_A=1;
}

else
{
bacaLDR();
kalLDR();
bandingLDR();
}
}


void PID_respon(void)
{
bacaLDR();
errorLDR();           //selisih LDR
PIDxy();
bandingLDR();
kalLDR();
}

void main(void)
{
// Declare your local variables here
```

```
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x0F;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x30;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0xA1;
TCCR1B=0x09;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;


// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
```

```
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 693,450 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;
```

```
// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

while (1)
      {
      // Place your code here


      //control();//tanpa rem
//    controlxy();//error<150
PID_respon();

  }
}
```

BIODATA PENULIS

Nama Penulis Nadia Aisyah dilahirkan di Surabaya tanggal 29 Maret 1996 dari ayah yang bernama Muslimin Abdurrachim dan Ibu bernama Fatmawati. Pendidikan penulis berawal dari TK Aisyah kabupaten Sidoarjo, SDN Sidokumpul, SMPN 6 Sidoarjo, SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo dan melanjutkan kuliah di Departemen Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Sepuluh Nopember Surabaya. Pada bulan Juli 2017 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN NAMPAN PENGERING BIJI KOPI SATU SUMBU PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16".** Bagi pembaca yang memiliki kritik dan saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir maka dapat menghubungi penulis melalui email nadia29aisyah@gmail.com.