TUGAS AKHIR - EE184801

SISTEM PENGERING ANGGUR BERBASIS KOLEKTOR SURYA DENGAN PELACAK MATAHARI DAN KONTROLER PID

Bagus Caesar Muharam
NRP 07111640000061

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Fajar Budiman, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro Dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

TUGAS AKHIR – EE184801

SISTEM PENGERING ANGGUR BERBASIS KOLEKTOR SURYA DENGAN PELACAK MATAHARI DAN KONTROLER PID

Bagus Caesar Muharam
NRP 07111640000061

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Fajar Budiman, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro Dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT – EE184801

GRAPE DRYER SYSTEM BASED ON SOLAR COLLECTOR WITH SOLAR TRACKER AND PID CONTROLER

Bagus Caesar Muharam
NRP 07111640000061

Supervisor
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Fajar Budiman, S.T., M.Sc.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN
TUGAS AKHIR

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Sistem Pengering Anggur Berbasis Kolektor Surya dengan Kontroler PID dan Pelacak Matahari**" adalah hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Agustus 2020

Bagus Caesar Muharam
NRP. 07111640000061

Halaman ini sengaja dikosongkan

SISTEM PENGERING ANGGUR BERBASIS KOLEKTOR SURYA DENGAN PELACAK MATAHARI DAN KONTROLER PID

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro

Pada

Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
NIP. 196904261994031003

SURABAYA
JUNI, 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

SISTEM PENGERING ANGGUR BERBASIS KOLEKTOR SURYA DENGAN PELACAK MATAHARI DAN KONTROLER PID

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro

Pada

Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing II

Fajar Budiman, S.T., M.Sc.
NIP. 198607072014041001

SURABAYA
JUNI, 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

SISTEM PENGERING ANGGUR BERBASIS KOLEKTOR SURYA DENGAN PELACAK MATAHARI DAN KONTROLER PID

Bagus Caesar Muharam
07111640000061

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
2. Fajar Budiman, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Anggur memiliki kandungan air sebesar 75-80%, sehingga rentan terhadap aktivitas fisiologis seperti respirasi dan transpirasi yang menyebabkan anggur sensitif terhadap aktivitas mikroba seperti pembusukan. Produksi anggur di Indonesia selama 10 tahun ke belakang memiliki rata-rata sebesar 10.932,8 ton, dengan rentang stabil di angka 10.000 hingga 11.000 ton. Menanggapi sifat dan peluang produksi anggur, pengeringan anggur menjadi kismis merupakan solusi untuk memperpanjang umur konsumsi anggur. Metode pengeringan dengan penjemuran langsung di bawah matahari memerlukan waktu yang lama, dan menghasilkan luaran yang kurang bagus. Untuk menambah efisiensi dan memaksimalkan luarannya, maka pada tugas akhir ini digunakanlah teknologi rekaysa surya dan rangkaian elektronika sebagai perbaikan dari cara konvensional yaitu dijemur langsung di bawah matahari. Alat yang diciptakan akan menggabungkan prinsip pengeringan anggur dengan energi surya secara tidak langsung, dengan kolektor surya yang sudah dilengkapi dengan pelacak matahari serta *kontrol proporsional integral* derivative (PID) pada sistem penyaluran udaranya. Pengujian alat mengasilkan suhu udara 72, 69 ^{o}C, dengan sistem pengaliran udara yang lebih merata. Dengan suhu yang dioptimalkan, serta sistem pengeringan yang lebih merata, dihasilkan pengeringan yang lebih cepat dimana anggur pada alat pengering memiliki berat akhir sebesar 48,19 gram setelah 4 hari pengeringan. Dalam keadaan tersebut anggur sudah dapat disimpan dengan waktu penyimpanan lebih lama sementara penjemuran konvensional masih menyisahkan 194,33 gram.

Kata Kunci : Pengering Anggur, Kolektor Surya, Pelacak Matahari, Kontroler PID.

Halaman ini sengaja dikosongkan

GRAPE DRYER SYSTEM BASED ON SOLAR COLLECTOR WITH SOLAR TRACKER AND PID CONTROLER

Bagus Caesar Muharam
07111640000061

Supervisor : 1. Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
2. Fajar Budiman, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Grapes have a water content of 75-80%, making them susceptible to physiological activities such as respiration and transpiration which cause grapes to be sensitive to microbial activities such as spoilage. Wine production in Indonesia for the past 10 years has averaged 10,932.8 tons, with a stable range of 10,000 to 11,000 tons. Responding to the nature and opportunities of wine production, drying grapes into raisins is a solution to extend the life of wine consumption. The method of drying by direct drying under the sun requires a long time and produces less good output. To increase efficiency and maximize its output, solar engineering and electronic circuit technology are used in this thesis as an improvement over the conventional method, which is dried directly under the sun. The device that was created will combine the principle of drying grapes with solar energy indirectly, with a solar collector equipped with a solar tracker and proportional integral derivative control (PID) in its air distribution system. Testing tool produces 72, 69 ^{o}C air temperature, with a more even air flow system. With an optimized temperature, and a more even drying system, faster drying results in the wine in the dryer having a final weight of 48.19 grams after 4 days of drying. In these circumstances wine can be stored with a longer storage time while conventional drying is still 194.33 grams.

Keyword : *Grape Drying, Solar Collector, Solar Tracker, PID Controller.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan YME yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat membuat dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan semestinya serta tepat waktu.

Kegiatan tugas akhir ini termasuk salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh di Departemen Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember ini. Penelitian yang penulis lakukan mengambil topik **"Sistem Pengering Anggur Berbasis Kolektor Surya dengan Kontroler PID dan Pelacak Matahari"**. Laporan tugas akhir ini disusun untuk melengkapi hasil capaian dari penelitian yang telah dilaksanakan.

Dalam penyusunan dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak sekali doa, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T. dan Fajar Budiman, ST., M.Sc., selaku dosen pembimbing atas gagasan topik tugas akhir serta bimbingan dan arahan untuk penulis selama mengerjakan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Harris Pirngadi, M.T., Muhammad Attamimi, B.Eng., M.Eng., Ph.D., Ronny Mardianto, S.T., M.T., Ph.D., Ir. Tasripan, M.T.
3. Bapak Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Elektro ITS.
4. Kepada seluruh dosen dan staf pegawai Departemen Teknik Elektro ITS.
5. Kedua orang tua, Ayah dan Mama yang sudah membesarkan penulis, dan terus membantu perkuliahan dari awal masuk sampai hari ini.
6. Kepada teman dekat saya Fitra, Fakim, dan Izzan yang tidak pernah bosan meramaikan suasan dalam penat pengerjaan tugas akhir.
7. Kepada keluarga di Surabaya yang telah menyediakan tempat tinggal selama saya kuliah 4 tahun ini.
8. Teman-teman bidang studi elektronika yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Elektro ITS.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dari laporan tugas akhir ini, baik dari segi materi maupun teknis penyajiannya, mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Namun pengalaman dan wawasan baru yang penulis banyak dapatkan juga patut untuk penulis syukuri dan diterapkan menjadi ilmu yang manfaat.

Surabaya, 10 Agustus 2020

Bagus Caesar Muharam

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR
LEMBAR PENGESAHAN
ABSTRAK XIII
ABSTRACT XV
KATA PENGANTAR XVII
DAFTAR ISI XIX
DAFTAR GAMBAR XXIII
DAFTAR TABEL XXV
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Metode Penelitian 4
1.5.1 Studi Literatur Alat Pengering Anggur Adaptif 4
1.5.2 Perancangan Alat Pengering Anggur 5
1.5.3 Pembuatan Kolektor Surya dan Pengatur Suhu Berbasis Kontroler PID 5
1.5.4 Pembuatan Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital 5
1.5.5 Pengujian Alat Pengering Anggur 5
1.5.6 Analisis Data dan Evaluasi Pengering Anggur 6
1.5.7 Penyusunan Buku Tugas Akhir 6
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB 2 TEORI PENUNJANG 9
2.1 Pengeringan Anggur 9
2.1.1 Hot Air Drying 10
2.1.2 Direct Moisture Measurment 10
2.2 Kontroler Proportional Integral Derivative 11
2.2.1 Kontroler *Proportional* 13
2.2.2 Kontroler *Integral* 13
2.2.3 Kontroler *Derivative* 14
2.2.4 Tenik Tuning 14
2.3 Fresnel Lens 15
2.4 Kolektor Surya 16
2.5 Pelacak Matahari 18

2.6 Mikrokontroler Arduino Nano 18
2.7 Motor DC 20
2.8 DS18B20 (Sensor Suhu) 20
2.9 Load Cell Straight Bar 10 kg (Sensor Berat) 22
2.10 L298N Motor Driver 22
2.11 HX711 (Analog to Digital Converter) 24
BAB 3 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM 25
3.1 Perancangan Rangkaian Pengering Anggur 25
3.2 Pembuatan Kolektor Surya dan Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID 29
3.2.1 Perhitungan Parameter Kolektor Surya Model Parabola ... 29
3.2.2 Diagram Blok Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID 30
3.2.3 Desain Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID 31
3.3 Pembuatan Pelacak Matahari 33
3.3.1 Skematik Rangkaian dan Diagram Blok 33
3.3.2 Sistem dan Flowchart 34
3.4 Pembuatan Ruangan Pengeringan dan Timbangan Digital 35
3.4.1 Skematik Rangkaian Timbangan 35
3.4.2 Sistem dan Flowchart 35
3.4.3 Desain Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital 36
3.5 Tuning Kontroller PID 37
3.5.1 Metode Manual Tuning 37
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA 39
4.1 Pengujian Suhu Absorber dan Sistem Kontroler PID pada Pengaturan Aliran Udara 40
4.1.1 Pengujian Suhu Absorber pada Waktu Spesifik 40
4.1.2 Pengujian Pada Waktu Panas Maksimal 41
4.1.3 Pengujian Kontroler PID pada Pengendali Kipas Arbsorber 42
4.2 Kalibrasi dan Pengujian Tracker 46
4.2.1 Kalibrasi dan Pengujian Tracker di Ruang Terbuka 47
4.3 Kalibrasi dan Pengujian Timbangan Digital pada Ruang Pengeringan Anggur 48
4.4 Pengujian Pengurangan Massa 49
BAB 5 PENUTUP 53
5.1 Kesimpulan 53
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 55

LAMPIRAN A 59
LAMPIRAN B 67
LAMPIRAN C 71
LAMPIRAN D 75
LAMPIRAN E 77
BIODATA PENULIS 81

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Klasifikasi Cara Pengeringan Anggur 2
Gambar 1. 2 Pengering Surya Tidak Langsung 3
Gambar 2. 1 Representasi Material Terhadap Udara Panas 10
Gambar 2. 2 . Blok Digram Kontroler PID 12
Gambar 2. 3 Grafik Kontroler PID..... 13
Gambar 2. 4 Perbandingan lensa biasa dan lensa fresnel 16
Gambar 2. 5 Parameter dan Model Pembuatan Kolektor Model Parabola..... 17
Gambar 2. 6 Rancang Bangun Parabolic Solar Trough Collector..... 17
Gambar 2. 7 Solar Tracking Berbasis Sinyal Umpan Balik 18
Gambar 2. 8 Arduino Nano dan Spesifikasinya 19
Gambar 2. 9 Rincian Pin Arduino Nano 19
Gambar 2. 10 Motor DC 20
Gambar 2. 11 Gambar Pin I/O DS18B20..... 21
Gambar 2. 12 Sensor Suhu DS18B20 21
Gambar 2. 13 Load Cell Straight Bar 10 kg..... 22
Gambar 2. 14 Skematik Rangkaian L298N..... 23
Gambar 2. 15 Modul Motor Driver L298N..... 23
Gambar 2. 16 Modul Analog to Digital Converter HX711..... 24
Gambar 2. 17 Datasheet beserta Aplikasi Modul HX711 24
Gambar 3. 1 Skematik Rangkaian Ruang Pengeringan..... 25
Gambar 3. 2 Skematik Rangkaian Kolektor Surya 26
Gambar 3. 3 Skematik Keseluruhan Sistem..... 27
Gambar 3. 4 Diagram Blok Ruang Pengeringan..... 28
Gambar 3. 5 Diagram Blok Pelacak Matahari 28
Gambar 3. 6 Rancangan Alat dan Diagram Blok Pengering Anggur.... 29
Gambar 3. 7 Rancangan Parabola 30
Gambar 3. 8 Diagram Blok Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID..... 31
Gambar 3. 9 Desain Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID ... 31
Gambar 3. 10 Skema Rangkaian Elektronika Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID 32
Gambar 3. 11 (a) Skematik Rangkaian Pelacak Matahari (b) Blok Diagram Seluruh Sistem Pelacak Matahari..... 33
Gambar 3. 12 (a) Diagram Alur Pelacak Matahari (b) Kerja Pelacak Matahari..... 34
Gambar 3. 13 Skematik Rangkaian Timbangan..... 35
Gambar 3. 14 Diagram Blok Timbangan Digital 36

Gambar 3. 15 Gambar Timbangan Digital 36
Gambar 3. 16 Rancang Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital 37
Gambar 4. 1 Gambar Realisasi Sistem Pengering Anggur..... 39
Gambar 4. 2 Tampilan LCD Alat Pengering Anggur ketika Pengujian Suhu Absorber pada Waktu Spesifik (a) Pengujian Pukul 15.00 (b) Pengujan Pukul 16.00 (c) Pengujian Pukul 13.00 menggunakan NodeMCU..... 40
Gambar 4. 3 Grafik Suhu Maksimal Pada Waktu Spesifik 41
Gambar 4. 4 Grafik Suhu ketika Panas Optimum 42
Gambar 4. 5 Pengujian Akurasi Sensor Opto Coupler..... 43
Gambar 4. 6 Grafik Keandalan Opto Coupler..... 45
Gambar 4. 7 Kontroler PID untuk Set Point 241 dengan Nilai Awal 0 (Kp = 0,5.) 45
Gambar 4. 8 Kontroler PID untuk Set Point 241 dengan Nilai Awal 0 (Kp = 0,5 Ki =0,8) 46
Gambar 4. 9 Kontroler PID untuk Set Point 241 dengan Nilai Awal 0 (Kp = 0,5 Ki = 0,8 Kd = 0,09) 46
Gambar 4. 10 Pelacakan Matahari pada Ruang Terbuka 47
Gambar 4. 11 Grafik Selisih Sensor Terhadap Sudut dengan Toleransi 150 Dengan Ruang Terbuka 47
Gambar 4. 12 Grafik Selisih Sensor Terhadap Sudut dengan Toleransi 50 Dengan Ruang Terbuka 47
Gambar 4. 13 Realisasi Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital ... 48
Gambar 4. 14 Grafik Keandalan Load Cell 10kg..... 49
Gambar 4. 15 Grafik Massa pada Pengeringan Hari Pertama..... 50
Gambar 4. 16 Hasil Pengeringan Anggur (a) Pengeringan dengan Alat Pengering Anggur Selama 6 Jam (b) Pengeringan dengan Alat Pengering Anggur Selama 4 Hari..... 50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Produksi Anggur 1
Tabel 2. 1 Tabel Konversi Basis Kering dan Basah 11
Tabel 2. 2 Tabel Koefisien Ziegler Nichols 15
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian Suhu Pipa Absorber Pada Waktu Spesifik 41
Tabel 4. 2 Tabel Data Suhu Pipa Absorber ketika Panas Optimal 42
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akurasi Sensor Opto Coupler 44
Tabel 4. 4 Tabel Kalibrasi Load Cell 48
Tabel 4. 5 Tabel Pengurangan Masa Anggur selama 4 Hari 49
Tabel 4. 6 Tabel Spesifikasi Alat 51

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, permasalahan dan batasan masalah yang diteliti, tujuan, metodologi yang digunakan, sistematika penulisan serta relevansi penelitian ini terhadap penelitian sejenis atau lebih rumit kedepannya.

1.1 Latar Belakang

Semenjak diperkenalkan pada abad ke-17 anggur menjadi salah satu buah yang popular di Indonesia. Produksi anggur mulai tahun 2014 hingga 2018 tercatat stabil, dengan rata-rata produksi pada kisaran 10.932,8 ton. Disebutkan pada tabel 1.1, selama 5 tahun tersebut tercatat produksi paling banyak berada pada tahun 2017 sedangkan paling sedikit berada pada tahun 2016 [1].

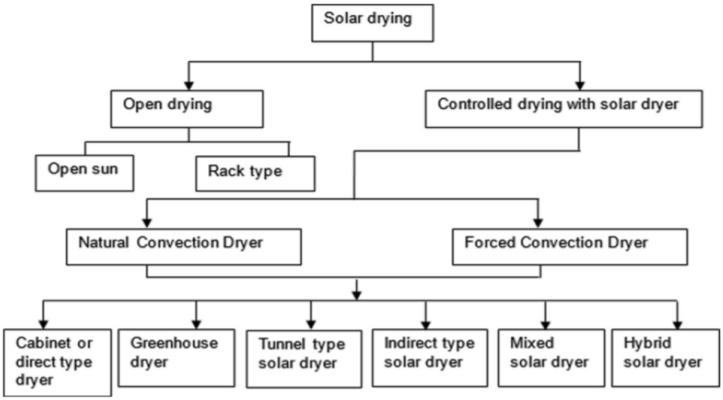
Tabel 1. 1 Tabel Produksi Anggur [1]

JENIS TANAMAN *TYPE OF PLANTS*	PRODUKSI BUAH-BUAHAN DAN SAYURAN TAHUNAN (TON) / TAHUN			
	2009	2010	2011	2012
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ALPUKAT / *AVOCADO*	257 642	224 278	275 953	294 200
ANGGUR / *GRAPE*	9 519	11 700	11 938	10 160

PRODUCTION OF ANNUAL FRUIT AND VEGETABLE PLANTS (TONS)					
YEAR					
2013	2014	2015	2016	2017	2018
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
289 901	307 326	382 542	304 938	363 157	410 094
9 474	11 146	11 410	9 507	11 734	10 867

Banyaknya produksi anggur mendatangkan potensi untuk perekonomian Indonesia. Akan tetapi salah satu masalah yang dihadapi produsen ialah umur konsumsi anggur. Buah anggur memiliki kandungan air sebanyak 75-80% yang membuatnya rentan terhadap aktivitas fisiologis seperti transpirasi dan respirasi yang menyebabkannya sensitif terhadap aktivitas mikroba dan patogen lainnya [2]. Pengeringan anggur menjadi kismis merupakan solusi yang telah ada sejak dulu. Pengeringan merupakan salah satu cara pengawetan makanan dengan cara menghilangkan air untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme

pengurai [3]. Proses pengeringan anggur menjadi kismis tidak mengubah nutrisi pada anggur. Proses ini justru menambah daya tahannya menjadi lebih lama dari pada anggur segar.



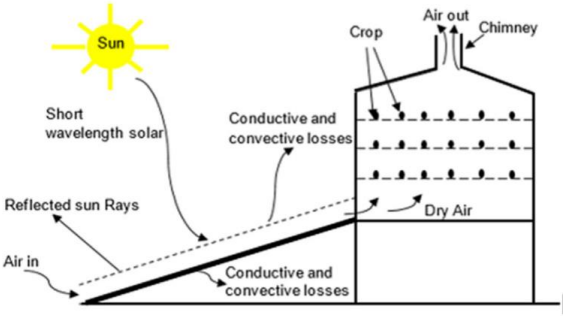
Gambar 1. 1 Klasifikasi Cara Pengeringan Anggur [4]

Ada 2 cara pengeringan anggur seperti dapat dilihat dalam gambar 1.1 secara umum yaitu tradisional (Open Drying) dan modern (Controlled Drying with Solar Dryer). Pada cara pengeringan tradisional atau yang biasa dikenal dengan nama Open Sun Drying (OSD), anggur disebar pada suatu permukaan kemudian dipaparkan pada cahaya matahari dan angin. Cara pengeringan tradisional yang populer adalah dengan menggunakan rak dan dengan disebarkan pada suatu permukaan. Pengeringan dengan cara ini merupakan metode yang paling sederhana dalam segi biaya dan usaha. Akan tetapi dibalik kemudahannya, kelemahan metode ini berada pada waktu pengeringan yang cukup lama, kontaminasi debu dan serangga, produk kembali basah ketika hujan, dan yang terakhir adalah penurunan dan ketidak merataan luaran hasil pengeringan.

Cara kedua yaitu pengeringan terkontrol merupakan cara modern dimana variable pengeringan dapat dikendalikan. Salah satu metodenya yaitu metode pengeringan surya tidak langsung (Indirect Solar Drying) bekerja dengan cara mengalirkan fluida yang telah dipanaskan menuju ruang pengeringan. Fluida dapat dialirkan dengan 2 cara yaitu secara natural (Passive Drying) seperti gambar 1.2 dan dikendalikan (Active Drying). Dalam artikel “A review on indirect type solar dryers for agricultural crops – Dryer setup, its performance, energy storage, and

important highlights", dibahas mengenai alat alat yang telah dikembangkan beserta hasil dan analisanya. Kebanyakan dari Indirect Solar Dryer yang telah dikembangkan menggunakan kolektor panel datar (Flat Panel Solar Collector) dan blower dalam sistem pengaliran udaranya.

Dalam artikel "Operational Trends of a mini parabolic solar collector for agricultular purposes in non-active solar environment", dipaparkan hasil pemanasan kolektor surya model parabola terhadap fluida air. Dijelaskan mengenai manfaat solar kolektor model parabola terhadap efektivitas kolektor surya dalam menangkap panas radiasi dari matahari.



Gambar 1. 2 Pengering Surya Tidak Langsung [4]

Sebagai perbaikan dari cara tradisional, pada penelitian ini digunakan teknologi rekayasa surya dan rangkaian elektronika yang merupakan pengembangan dari penelitian yang telah ada untuk meningkatkan luaran hasil produksi. Digunakan metode pengering surya tidak langsung seperti ditunjukan pada gambar dengan model pengaliran fluida secara aktif. Pengembangan yang dilakukan berupa penggunaan solar kolektor model parabola pada kolektornya, penggunaan lensa Fresnel yang diintegrasikan dengan pelacak matahari, dan penerapan sistem kontroler PID pada sistem pengaliran udara panas. Parabola dan Fresnel yang terintegrasi dengan pelacak matahari bertujuan untuk mengefektifkan suhu atau temperature kolektor. Kontroler PID bertujuan untuk mengurangi beban daya sistem linear dengan berkurangnya beban pengeringan sehingga daya yang digunakan lebih efektif.

Dengan adanya pengering surya ini, diharapkan dapat terciptanya usaha produksi kismis dengan kualitas yang lebih baik. Alat ini merupakan alternatif sistem pengeringan yang dapat mempercepat waktu pengeringan dengan kualitas luaran yang konsisten.

1.2 Perumusan Masalah

Produksi kismis dengan cara dijemur langsung hanya memanfaatkan radiasi panas matahari dengan suhu rata-rata lingkungan. Aliran udara yang tidak merata juga menyebabkan lamanya waktu pengeringan. Pengaturan suhu dan aliran udara diperlukan guna optimalisasi produksi kismis. Pemilihan sistem kontrol yang baik dapat meningkatkan efisiensi dari proses produksi.

1.3 Batasan Masalah

Perlu diperhatikan batasan dalam melakukan penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

a. Pengujian dilakukan ketika cuaca cerah dengan suhu rata-rata 30° C
b. Jenis anggur yang digunakan adalah red globe atau sweet jubile.

1.4 Tujuan Penelitian

Menciptakan pengering anggur dengan implementasi pelacak matahari yang akan diintegrasikan dengan kolektor surya untuk menjaga posisinya agar selalu tegak lurus dengan posisi matahari sehingga suhu yang diserap dan disalurkan pada ruang pengeringan dapat mencapai titik optimal yang diinginkan, menghasilkan proses pengeringan dengan waktu lebih singkat.

Menerapkan kontroler Proportional-Integral-Derivative (PID) pada sistem pengeringan anggur dengan tenaga surya secara tidak langsung yaitu pengaliran udara panas dari kolektor surya menuju ruang pengeringan secara merata sehingga kualitas kismis yang dihasilkan lebih seragam.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dengan melalui beberapa tahap proses yang telah dirancang sebagai berikut :

1.5.1 Studi Literatur Alat Pengering Anggur Adaptif

Bagian dimana mahasiswa melakukan penelitian, pengumpulan, serta pengkajian data, dan literatur dengan batas-batas yang diperoleh

berasal dari jurnal, buku, maupun sumber terpercaya seperti pemeritahan, institusi akademi, dan lainnya.

Lingkup literatur yang dipelajari meliputi:

- Proses Pengeringan Anggur
- Kolektor Surya
- Pelacak Matahari

Studi ini bertujuan untuk mendukung keabsahan tugas akhir ini, agar bisa dianggap relevan dan terpercaya.

1.5.2 Perancangan Alat Pengering Anggur

Alat pengering anggur akan dirancang berdasarkan tiga bagian utama yaitu kolektor surya yang dengan sistem pengatur suhu berbasis kontroler PID, pelacak matahari satu axis yang terintegrasi dengan kolektor surya, dan yang terakhir ruang pengeringan yang dilengkapi timbangan digital.

1.5.3 Pembuatan Kolektor Surya dan Pengatur Suhu Berbasis Kontroler PID

Bagian-bagian dari kolektor sebagain besar terbuat dari besi. Pada cekungan reflektor, akan dilapisi aluminium foil agar dapat memantulkan cahaya matahari dengan lebih efektif. Pada bagian tabung receiver, tabung akan dilapisi dengan warna hitam dove untuk memperbesar panas yang akan di tampung. Pada poros bawah kolektor, akan digerakan dengan motor servo yang terhubung dengan tracker. Untuk kontroler PID, kipas DC akan diletakan pada tabung *receiver* kemudian akan juga dipasangkan sensor suhu sebagai feedback untuk kontroler PID.

1.5.4 Pembuatan Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital

Bagian kotak pengering akan dibuat seperti model umum pengeringan matahari tidak langsung. Yaitu kotak dilapisi warna hitam agar dapat menyimpan panas lebih besar. Kemudian didalamnya akan diletakan rak dan load sell untuk mengukur berat dari anggur.

1.5.5 Pengujian Alat Pengering Anggur

Pada tahap pengujian alat akan diujikan apabila masih terdapat kekurangan pada system dan rangkaian. Apabila terdapat kesalahan maka perlu ada revisi pada bagian system atau pada bagian rangkaian. Apabila alat sudah berjalan dengan baik, maka akan dicari apakah bisa dilakukan pengembangan. Pengujian-pengujian yang dilakukan yaitu mekanik reflektor dengan sistem *solar tracking*. Kemudian dilanjutkan pada

pengujian hasil suhu udara maksimal yang dapat dihasilkan. Dan yang terakhir merupakan pengujian waktu pengeringan.

1.5.6 Analisis Data dan Evaluasi Pengering Anggur

Akan dilakukan analisa berdasarkan data yang telah didapatkan dari prosedur sebelumnya. Kemudian didapatkan karakteristik output dari rangkaian dan system. Analisa akan difokuskan pada sistem PID dan *Solar Tracking*. Kemudian akan dilakukan analisa output waktu produksi apakah sudah sesuai dengan hipotesa awal untuk selanjutnya dievaluasi maupun revisi jika memang dibutuhkan.

1.5.7 Penyusunan Buku Tugas Akhir

Dalam tahap ini akan disusun tugas akhir berdasarkan tahapan tahapan sebelumnya. Buku akan disusun berdasarkan studi literatur hingga analisis data dan evaluasi. Kemudian buku akan diberikan lampiran mengenai pemrograman, dokumentasi, dan skematik rangkaian.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, serta relevansi dari penelitian.

BAB 2 TEORI PENUNJANG

Dalam teori penunjang dijelaskan mengenai teori dasar dari penelitian yang dilakukan. Teori dasar yang mendasari konsep dari pengeringan anggur tidak langsung, dan penjelasan mengenai pengeringan dengan kolektor surya.

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem untuk kontroler PID yang akan disematkan pada pengatur aliran udara diruang pengeringan.

BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam pengujian dan analisis data akan dilakukan proses implementasi untuk pengujian alat pengering anggur pada keadaan yang telah ditentukan sebelumnya.

BAB 5 KESIMPULAN

Dalam Bab ini akan dijelaskan suatu kesimpulan terkait hasil yang telah dicapai pada penelitian yang telah dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2
TEORI PENUNJANG

Dalam Bab ini dijelaskan mengenai teori-teori dasar untuk pengeringan anggur dan sistem pengeringan tidak langsung. Diberikan juga teori mengenai hot air flow sebagai gambaran singkat proses pengeringan.

2.1 Pengeringan Anggur

Karena kandungan air dan gula yang tinggi, anggur sangat mudah rusak dan bahkan disimpan dalam kondisi pendingin terbaik, mereka masih sangat rentan terhadap kontaminasi mikroorganisme pembusuk dan patogen. Itulah sebabnya buah-buahan ini harus dikonsumsi atau dikonversi ke produk turunan lainnya dalam beberapa minggu setelah panen jika tidak, daya jual mereka akan terancam, yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang besar[5].

Pengeringan merupakan salah satu cara untuk mengawetkan anggur, yaitu dengan mengubahnya menjadi kismis. Pengeringan pada dasarnya menghilangkan kandungan air sampai tingkat kelembaban yang tepat tercapai, yang menghambat pertumbuhan bakteri, jamur, dan ragi, memperlambat degradasi enzim dan menonaktifkan sebagian besar reaksi fisik dan biokimia [5]. Pada dasarnya, berat anggur sedang rata-rata yaitu 8,25 gram. Kemudian untuk membuat 1 *pound* kismis dibutuhkan kira kira 4 *pound* anggur.

Pengawetan anggur dalam bentuk kismis memiliki kelebihan lain termasuk pengurangan berat curah, yang berkontribusi pada berkurangnya biaya pengepakan, penyimpanan dan transportasi [2].

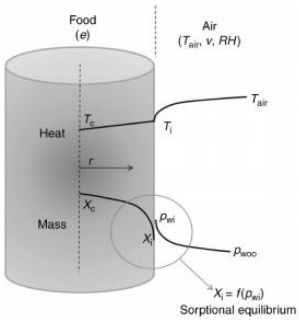
Dalam pembuatan kismis, terdapat tahap-tahap yang dijalankan. Petama-tama, anggur dipanen, kemudian berlanjut ke dalam tahap pembersihan dan pencucian. Tahap selanjutnya adalah tahap sorting berdasarkan kualistas dan ukuran. Sebelum menuju tahap pengeringan, anggur akan mengalami *pre-treatment* untuk mempermudah proses pengeringan [5].

Kemudian anggur mengalami pengeringan dengan metode-metode yang ada seperti dijemur langsung, *solar-tunnel*, *air dryer*, maupun *microwave.* Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, anggur akan menyusut beratnya hingga 16% atau hampir ¼ nya setelah masa pengeringan [6]. Output dari proses itulah yang diberi nama kismis

2.1.1 Hot Air Drying

Bahan basah yang ditempatkan di media yang memiliki tekanan air lebih rendah akan mengalami dehidrasi sampai keseimbangan antara bahan dan media tercapai [7]. Pengeringan dengan udara panas sendiri merupakan fenomena kompleks yang melibatkan massa simultan dan proses transportasi energi dalam suatu sistem yang bersifat higroskopis dan menciut. Variabel-variable yang perlu diperhatikan dalam proses ini diantaranya suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan udara, serta ketebalan objek yang dikeringkan. Perlakuan sebelum proses juga dapat mempengaruhi kecepatan pengeringan objek serta dapat menjaganya dari kerusakan secara biokimia.

Gambar 2.1 menunjukkan representasi skematis dari partikel makanan berbentuk silinder di kontak dengan udara panas selama pengeringan. Jenis diagram ini telah menyeluruh diwakili dalam literatur tentang pengeringan konsep dasar, diulangi di sini karena sangat penting untuk pemahaman yang tepat tentang panas dan massa pemindahan terjadi saat proses pengeringan terjadi. Tergantung spesifik proses, pembuangan air dapat dibatasi oleh panas atau perpindahan massa, atau resistensi terhadap dua fenomena transportasi ini dapat digabungkan, itu tergantung satu sama lain.



Gambar 2. 1 Representasi Material Terhadap Udara Panas [7]

2.1.2 Direct Moisture Measurment

Direct Moisture Measurement merupakan metode yang dianggap memberikan pengukuran kadar air yang benar, dan digunakan untuk mengkalibrasi metode tidak langsung yang lebih praktis dan lebih cepat

[8]. Metodenya adalah dengan menghilangkan kadar air suatu objek, kemudian menghitung berat yang hilang dari objek tersbut.

Kandungan air pada keadaan basah dirumuskan

$$\%moisture\ content = \frac{W_w - W_d}{W_w}, \quad (2.1)$$

Kandungan air pada keadaan kering dirumuskan

$$\%mc_{wb} = \frac{W_w - W_d}{W_d}, \quad (2.2)$$

Konversinya dapat dirumuskan sebagai

$$mc_{wb} = \frac{mc_{db}}{1 + mc_{db}} \text{ dan } \%mc_{wb} = \frac{mc_{wb}}{1 + mc_{wb}}, \quad (2.3)$$

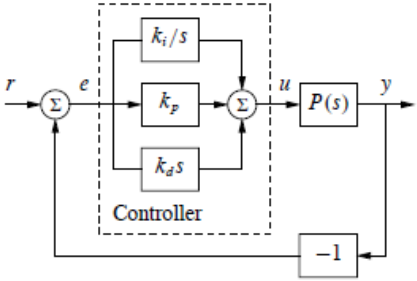
Untuk mendapatkan nilai kadar air, hasil dari perhitungan dengan rumus kemudian dikonversi sesuai tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tabel Konversi Basis Kering dan Basah [8]

w.b. (%)	d.b.	w.b. (%)	d.b.	w.b. (%)	d.b.
8.0	0,087	15.0	0,176	22.0	0,282
9.0	0,099	16.0	0,190	23.0	0,299
10.0	0,111	17.0	0,200	24.0	0,316
11.0	0,123	18.0	0,220	25.0	0,333
12.0	0,136	19.0	0,234	26.0	0,351
13.0	0,150	20.0	0,250	27.0	0,370
14.0	0,163	21.0	0,265	28.0	0,389

2.2 Kontroler Proportional Integral Derivative

Kontroler PID merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut [9]. Pada system PID, didapat nilai error yang secara kontinu dihitung dari perbandingan antara set point dengan output dari proses. Kontroller kemudian menyesuaikan ouput sehingga tingkat error yang didapat lama kelamaan semakin mengecil. Blok diagram dari sistem umpan balik (*feed back closed loop*) kontroler PID yaitu



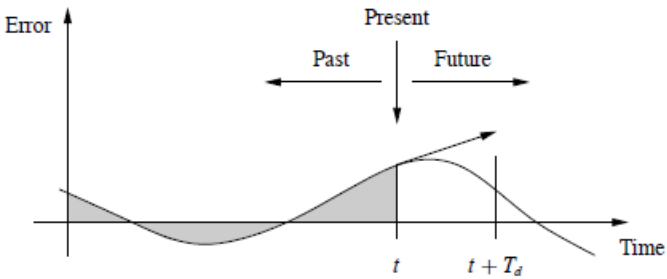
Gambar 2. 2 . Blok Digram Kontroler PID [10]

Sinyal kontrol u untuk sistem pada gambar 2.2 terbentuk seluruhnya dari error *e*, tidak ada kondisi umpan kedepan (*feedforward*) yang akan sesuai dengan $k_r r$ pada kasus feedback. Sinyal error merupakan selisih antara set point dengan nilai keluaran aktual [11]. Alaternatif yang biasanya ditawarkan yaitu kerja proporsional dan derivative tidak mempengaruhi refrensi. Sinyal r dapat disebut sebagai set point dalam kasus PID, ataupun sinyal refrensi. PID ideal memiliki relasi input/output (*transfer function*) dengan feedback dari error yang dinyatakan dalam.

$$u = k_{p^e} + k_i \int_0^t e(\tau)d\tau + k_d \frac{de}{dt} = k_p(e + \frac{1}{T_i}\int_0^t e(\tau)d\tau + T_d \frac{de}{dt}) \qquad (2.4)$$

Aksi dari kontroler merupakan penjumlahan dari umpan balik proporsional, bagian integral dan aksi derivative, sehingga PID biasa disebut *three-term controller*. Parameternya yaitu proporsional gain k_p, integrative gain k_i, dan derivative gain k_d. Waktu konstan integral T_i, dan waktu konstan derivative T_d, kadang digunakan menggantikan k_i dan k_d. Gambar 2.3 merupakan contoh kontroler PID ideal, namun pada kenyataannya harus ada modifikasi agar kontroler dapat digunakan.

Kerja kontroler dapat dibagi menjadi 3 bagian, masa lalu direpresentasikan oleh integral dari error, masa sekarang direpresentasikan oleh keadaan proporsional, dan masa depan direpresentasikan oleh ekstrapolasi linier dari *error*. Bentuk feedback inilah yang dinamakan kontroler PID.



Gambar 2. 3 Grafik Kontroler PID [10]

2.2.1 Kontroler *Proportional*

Kontroler proporsional memiliki karakteristik proporsional terhadap error kecil. Hal ini dapat dicapai dengan hukum control

$$u = \begin{cases} u_{max} \; if \; e \geq e_{max} \\ k_p e \; if \; e_{min} < e < e_{max} \\ u_{min} \; if \; e \leq e_{min}, \end{cases} \tag{2.5}$$

Dimana k_p adalah gain kontroler, $e_{min} = u_{min}/k_p$ dan $e_{max} = u_{max}/k_p$. Interval di antara e_{min} dan e_{max} disebut *proportional band*, karena kontroler bekerja secara linier dengan *error* pada interval:

$$u = k_p(r - y) = k_p e \quad if \; e_{min} < e < e_{max} \tag{2.6}$$

Sementara peningkatan besar atas kontrol on-off, kontrol proporsional memiliki kelemahan bahwa variabel proses sering menyimpang dari nilai referensi.). Dengan kata lain, output dari kontrol proporsional adalah produk perkalian dari sinyal error dan nilai gain proporsional [12].

2.2.2 Kontroler *Integral*

Secara khusus, jika beberapa level sinyal kontrol diperlukan agar sistem mempertahankan nilai yang diinginkan, maka kita harus memiliki $e \neq 0$ untuk menghasilkan input yang diperlukan. Hal ini dapat dihindari dengan membuat aksi control proporsional terhadap integral dari error:

$$u(t) = k_i \int_0^t e(\tau) d\tau \tag{2.7}$$

Kontroler dalam bentuk ini dinamakan kontroler integral, dan k_i merupakan gain kontroler integral. Kontroler dengan aksi integral tidak memiliki error steady state. Yang perlu diperhatikan adalah tidak selalu ada *steady state* karena sistem mungkin berosilasi.

2.2.3 Kontroler *Derivative*

Diperlukan kontroler berkemampuan antisipasi dengan menggunakan prediksi dari *error*. Prediksi sederhana dapat ditunjukan dengan rumus ekstrapolasi linier

$$e(t + T_d) \approx e(t) + T_d \frac{de(t)}{dt} \tag{2.8}$$

yang memprediksi error sebanyak T_d satuan waktu. Dengan menggabungkan kontroler proporsional, integral, dan turunan, didapatkan kontroler yang dapat dirumuskan sebagai

$$u(t) = k_{p^e} + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + k_d \frac{de(t)}{dt} \tag{2.9}$$

2.2.4 Tenik Tuning

Tuning merupakan proses penyesuaian parameter secara langsung pada kontroler PID yang digunakan untuk memaksimalkan kinerja sesuai yang kita inginkan. Tuning merupakan alternatif cara penyesuaian parameter PID selain dengan cara pemodelan dan desain sistem kontrol.

a. Metode Ziegler-Nichols

Ziegler dan Nichols mengajukan metode tuning untuk kontrol PID yang banyak digunakan pada industry. Tuning manual ini berbasis pada respon *step* dari system loop terbuka. Ini digunakan untuk persamaan *plant* orde pertama.

$$G(s) = \frac{k}{1+sT} e^{-sL} \tag{2.10}$$

Dimana L merupakan waktu tunda, T merupakan *time constant* dan k merupakan gain statis dari kontroler. Apabila keluaran dari respon *step* diukur dari sebuah percobaan maka parameter k, L, T(atau *a* dimana

a = kL/T) dapat diambil. Perhitungan dengan metode ini berpatokan pada koefisien dari variable tersebut seperti tercantum pada tabel 2.2.

Nilai dari Kp, Ti, dan Td adalah 1.2/*a*, 2L dan L/2.

Tabel 2. 2 Tabel Koefisien Ziegler Nichols [10]

Type	k_p	T_i	T_d
P	1/a		
PI	0.9/a	3τ	
PID	1.2/a	2τ	0.5τ

(a) Step response method

Type	k_p	T_i	T_d
P	$0.5k_c$		
PI	$0.4k_c$	$0.8T_c$	
PID	$0.6k_c$	$0.5T_c$	$0.125T_c$

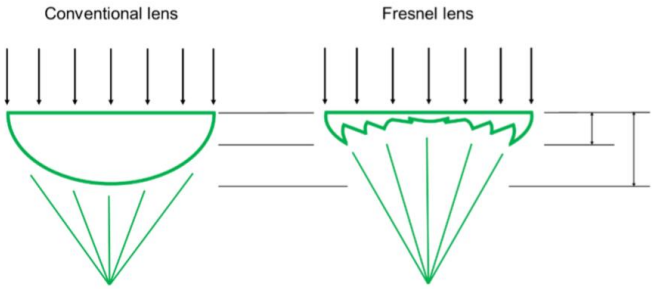
(b) Frequency response method

b. Manual Tunning Trial and Error

Merupakan metode sederhana dalam tuning kontroler PID. Metode ini dilakukan ketika sistem sedang berjalan. Pada metode ini pertama kita set Ki dan Kd ke nilai nol dan memperbesar nilai Kp hingga sistem mengalami osilasi. Setelah osilasi terjadi Ki diatur untuk menghentikan osilasi dan Kd diatur untuk memberikan respon yang lebih cepat.

2.3 Fresnel Lens

Tenaga surya terkonsentrasi adalah aplikasi energi terbarukan yang menarik yang mampu memberikan energi termal suhu tinggi. Sistem penyimpanan energi biasanya diintegrasikan dengan kolektor surya untuk menyimpan energi selama berjam-jam dan tanpa adanya sinar matahari [13]. Fresnel lens seperti pada gambar 2.4 merupakan salah contoh dari teknologi tersebut. Fresnel lens yang telah dikembangkan memiliki permukaan yang rata dan permukaan yang berbentuk prisma. Fresnel lens dirancang untuk membiaskan cahaya dari pusat menjadi sinar pararel . Akan tetapi pada pemanfaatan tenaga surya terkonsentrasi pemanfaatannya menjadi pemusatan cahaya pararel menjadi sinar yang diperkuat.

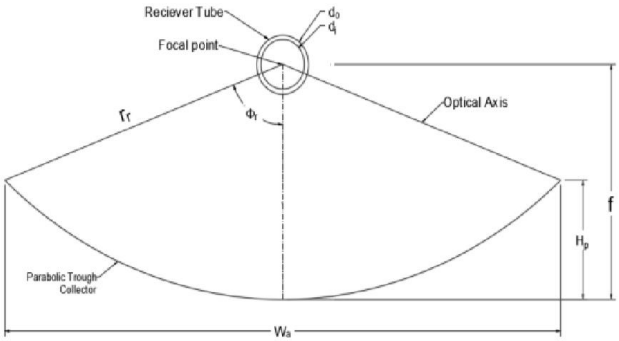


Gambar 2. 4 Perbandingan lensa biasa dan lensa fresnel [14]

2.4 Kolektor Surya

Kolektor surya model parabola seperti pada rancangan gambar 2.5 merupakan salah satu jenis teknologi tenaga surya terpusat. Energi surya yang dikonsentrasikan merupakan energi terbarukan yang hemat biaya [3]. Kolektor surya mengumpulkan energi dengan memusatkan sinar matahari langsung untuk memanaskan cairan, padat atau gas yang kemudian digunakan dalam proses hilir untuk dimanfaatkan [15].

Kolektor surya model parabola seperti pada gambar 2.4 terdiri dari absorber/penyerap panas, lapisan konsentris transparan, dan bidang cermin berbentuk parabola [16]. Absorber dipasang secara permanen pada fokus konsentrator parabola. Lapisan konsentris transparan digunakan untuk melindungi tabung penyerap dari kehilangan panas dan karenanya tekanan vakum dipertahankan. Konsentrator parabola ditempatkan pada struktur yang kaku bersama dengan mekanisme pelacakan matahari untuk melacak radiasi matahari oleh konsentrator parabola [17].

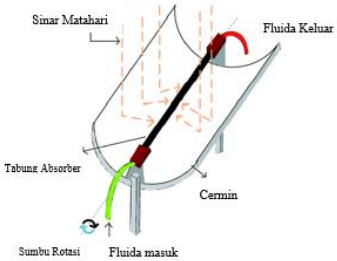


Gambar 2. 5 Parameter dan Model Pembuatan Kolektor Model Parabola [18]

Untuk memberikan suhu tinggi dengan baik, efisiensi kolektor surya kinerja tinggi diperlukan. Sistem dengan struktur ringan dan teknologi dengan biaya rendah untuk proses aplikasi panas bisa didapatkan dengan kolektor surya model parabola (PTCs). PTCs bisa secara efektif menghasilkan panas pada suhu antara 50 dan 200 ^{o}C [19].

Walaupun begitu, efisiensi kolektor berbanding lurus dengan perbedaan suhu antara bagian luar dan dalam kolektor [20].

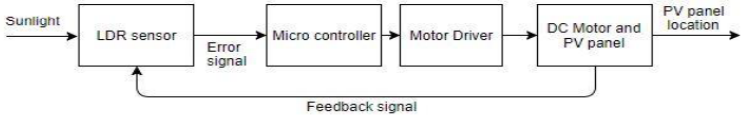
Dari gambar 2.6 dapat dilihat bahwa udara dialirkan melalui pipa dengan bahan yang mudah menyerap panas. Luaran dari pipa merupakan udara panas yang akan dialirkan ke rak rak pengering kismis. Aliran udara pada *solar collector* dikendalikaan menggunakan kontroler PID pada mikrokontroler Arduino Nano.



Gambar 2. 6 Rancang Bangun Parabolic Solar Trough Collector [21]

2.5 Pelacak Matahari

Solar Tracking merupakan salah satu metode yang dapat membantu dalam peningkatan penyerapan energi pada *solar collector*. Untuk mencapai tingkat akurasi pelacakan yang tinggi, beberapa pendekatan telah banyak diselidiki. Secara umum, mereka dapat diklasifikasikan sebagai tipe pelacakan loop terbuka seperti gambar 2.7 berdasarkan model matematika pergerakan matahari atau tipe pelacakan loop tertutup menggunakan pengontrol umpan balik berbasis sensor.



Gambar 2. 7 Solar Tracking Berbasis Sinyal Umpan Balik [22]

Dalam pendekatan pelacakan loop tertutup, berbagai perangkat sensor aktif, seperti perangkat pasangan muatan (CCD) atau resistor bergantung cahaya (LDR) digunakan untuk merasakan posisi Matahari dan sinyal kesalahan umpan balik kemudian dihasilkan ke sistem kontrol untuk terus menerima radiasi matahari maksimum pada media tangkapnya.

Dalam pendekatan pelacakan loop terbuka, formula pelacakan atau algoritma kontrol digunakan. Mengacu pada literatur, azimuth dan sudut elevasi Matahari ditentukan oleh model atau algoritma gerakan matahari pada tanggal, waktu dan informasi geografis yang diberikan. Algoritma kontrol dieksekusi dalam pengontrol mikroprosesor.

Pendekatan pelacakan matahari dapat diimplementasikan dengan menggunakan satu axis maupun dua axis untuk sistem akurasi yang lebih tinggi. Secara umum, dengan satu axis derajat kebebasan mengikuti pergerakan Matahari dari timur ke barat selama sehari, sedangkan pelacak poros ganda juga mengikuti sudut ketinggian Matahari [23]. Akan tetapi solar panel yang bergerak berdasarkan waktu, kurang akurat dikarenakan posisi matahari tidak selalu sama setiap hari dijam yang sama [24].

2.6 Mikrokontroler Arduino Nano

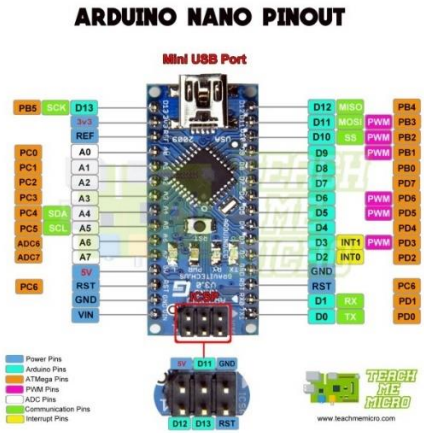
Arduino Nano seperti gambar 2.8 merupakan salah satu jenis mikrokontroller yang dikembangkan oleh perusahaan Arduino. Arduino Nano memiliki basis chip ATmega 328p. Total pin input/ouput Arduino

Nano berjumlah 22 pin. Arduino biasa digunakan dalam robotika, system tertanam, maupun projek dan alat elektronika lainnya.

µC	ATmega328
Architecture	AVR
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB
Clock Speed	16 MHz
Analog IN Pins	8
PWM Output	6
Digital I/O Pins	22 (6 PWM)

Gambar 2. 8 Arduino Nano dan Spesifikasinya [25]

Arduino nano memiliki 30 pin dengan rincian 22 pin digital, 6 pin PWM, dan 8 pin analog. Pin PWM tertelak diantara pin digital yaitu berada pada pin D3, D5, D6, D9, D10, dan D11. Selain itu Arduino nano juga memiliki Pin 3v3 dan 5V yang dapat digunakan sebagai input tegangan maupun output tegangan yang masing-masing bernilai 3,3 V dan 5V. Rincian pin Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Rincian Pin Arduino Nano [26]

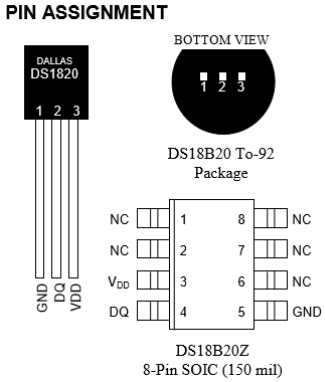
2.7 Motor DC

Motor DC seperti pada gambar 2.8 memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor DC terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan megan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E). Jika arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, akan timbul torsi (T) yang akan memutar motor [27].

Gambar 2. 10 Motor DC

2.8 DS18B20 (Sensor Suhu)

Termometer digital DS18B20 menyediakan pengukuran suhu 9-bit hingga 12-bit Celcius dan memiliki fungsi alarm dengan titik pemicu atas dan bawah yang dapat diprogram pengguna yang tidak mudah menguap. Sensor suhu DS18B20 seperti pada gambar 2.12 memiliki 3 pin, yaitu pin data bus, pin supply, dan pin ground. DS18B20 berkomunikasi melalui bus 1-Kawat yang menurut definisi hanya membutuhkan satu jalur data (dan ground) untuk komunikasi dengan mikroprosesor pusat. Selain itu, DS18B20 dapat memperoleh daya langsung dari jalur data ("kekuatan parasit"), menghilangkan kebutuhan akan catu daya eksternal.



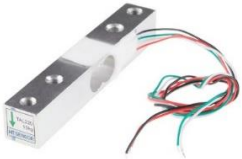
Gambar 2. 11 Gambar Pin I/O DS18B20

Setiap DS18B20 memiliki kode serial 64-bit yang unik, yang memungkinkan beberapa DS18B20 seperti pada gambar 2.11 berfungsi secara bus ketika dihubungkan pada pin yang sama pada satu mikrokontroler. Akan tetapi pada aplikasinya dibutuhkan instalasi resistor 4,7k ohm yang mengubungkan pin data dengan supply. Dengan demikian, mudah untuk menggunakan satu mikroprosesor untuk mengontrol banyak DS18B20 yang didistribusikan di area yang luas. Aplikasi yang dapat memanfaatkan fitur ini termasuk kontrol lingkungan HVAC, sistem pemantauan suhu di dalam gedung, peralatan, atau mesin, dan sistem pemantauan dan kontrol sistem.

Gambar 2. 12 Sensor Suhu DS18B20

2.9 Load Cell Straight Bar 10 kg (Sensor Berat)

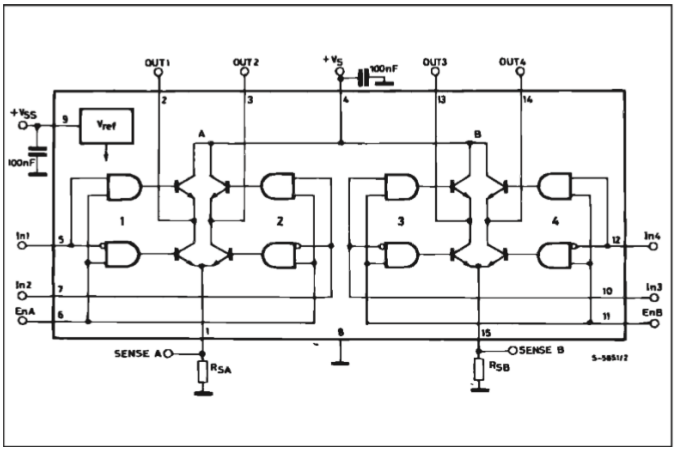
Load Cell Straight Bar seperti pada gambar 2.13 merupakan salah satu sensor berat dengan prinsip kerja *strain gauge* dimana ketika sensor diberi beban maka resistansi dari pengukur renggangan akan berkurang karena *foil* dari pengukur renggangan menjadi lebih tebal dan pendek, dan berlaku pula untuk sebaliknya. *Foil* dari pengukur renggangan bersifat pegas sehingga akan selalu kembali ke bentuk asalnya. Beban maksimum yang bisa ditahan sensor adalah 10 Kg. Apabila menggabungkan 2 sensor aau lebih, konfigurasi *Full-Bridge* dapat digunakan untuk penimbangan yang lebih akurat. Dapat juga digunakan sampai 4 kombinasi. Dengan harganya yang murah, sensor ini memiliki sensitifitas 1,1 mV/ V.



Gambar 2. 13 Load Cell Straight Bar 10 kg

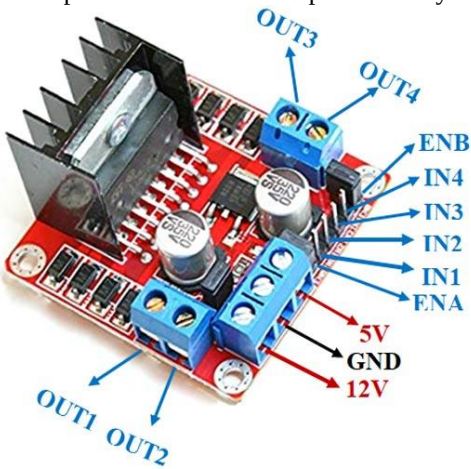
2.10 L298N Motor Driver

L298 adalah sirkuit monolitik terintegrasi dalam paket PowerSO20 dan Multiwatt dengan 15 lead. Ini merupakan dual full-bridge driver berarus dan tegangan tinggi yang dirancang untuk menerima logika TTL standar dan menggerakan beban induktif seperi relay, solenoida, motor DC dan stepper. Pada gambar 2.14 Dua enable digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan driver secara independen dari sinyal input. Emitor dari transistor yang lebih rendah dari masing-masing bridge dihubungkan bersama dan terminal eksternal yang sesuai dapat digunakan untuk koneksi sensing resistor eksternal. Supply input lain juga disediakan agar driver dapat bekerja pada tegangan lebih rendah.



Gambar 2. 14 Skematik Rangkaian L298N

Dapat dilihat pada gambar 2.15 terdapat pada modul L298N 6 pin input, 3 pin supply, dan 4 pint output. EnA dan EnB berfungsi sebagai input PWM. In1, 2, 3, dan 4 berfungsi sebagai penentu arah gerak motor. Terdapat 2 pilihan supply pada L298N yaitu 12V dan 5V. Hal ini akan mempengaruhi kecepatan maksimal motor pada PWM yang sama.



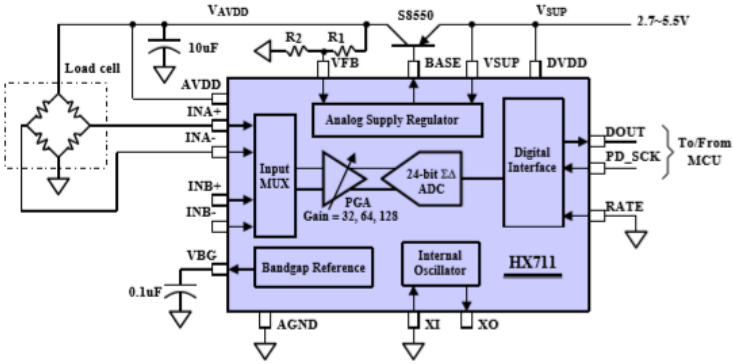
Gambar 2. 15 Modul Motor Driver L298N

2.11 HX711 (Analog to Digital Converter)

HX711 seperti gambar 2.16 adalah konverter analog ke digital 24-bit (ADC) presisi yang dirancang untuk timbangan dan aplikasi kontrol industri.

Gambar 2. 16 Modul Analog to Digital Converter HX711

Modul ADC HX711 memiliki 6 pin input yang dihubungkan dengan load cell dan 4 pin output yang dihubungkan dengan mikrokontroler. Dapat dilihat pada gambar 2.17 modul HX711 memiliki 2 kanal input analog yang bisa dihubungkan dengan loadcell, serta pin AVDD dan AGND sebagai input analog untuk load cell. Kemudian data digital akan diinputkan melalui pin DOUT dan SCK kedalam mikrokontroler untuk kemudian diolah menjadi data digital.



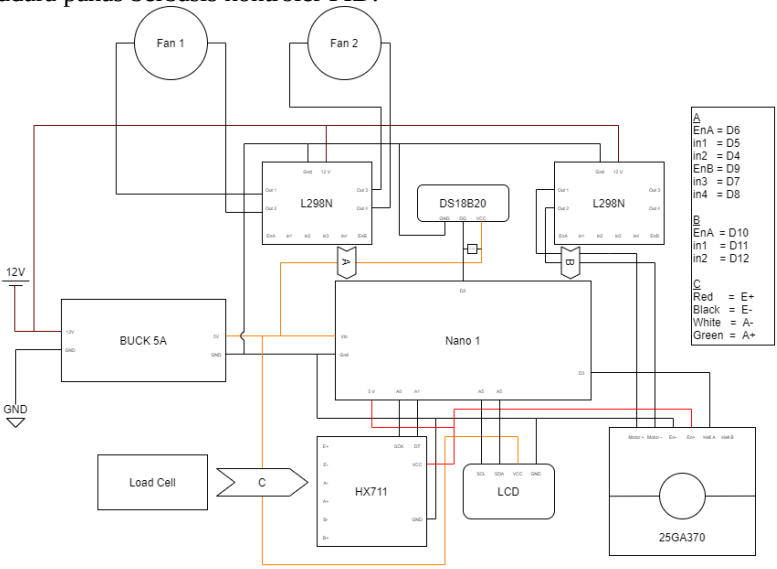
Gambar 2. 17 Datasheet beserta Aplikasi Modul HX711

BAB 3
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

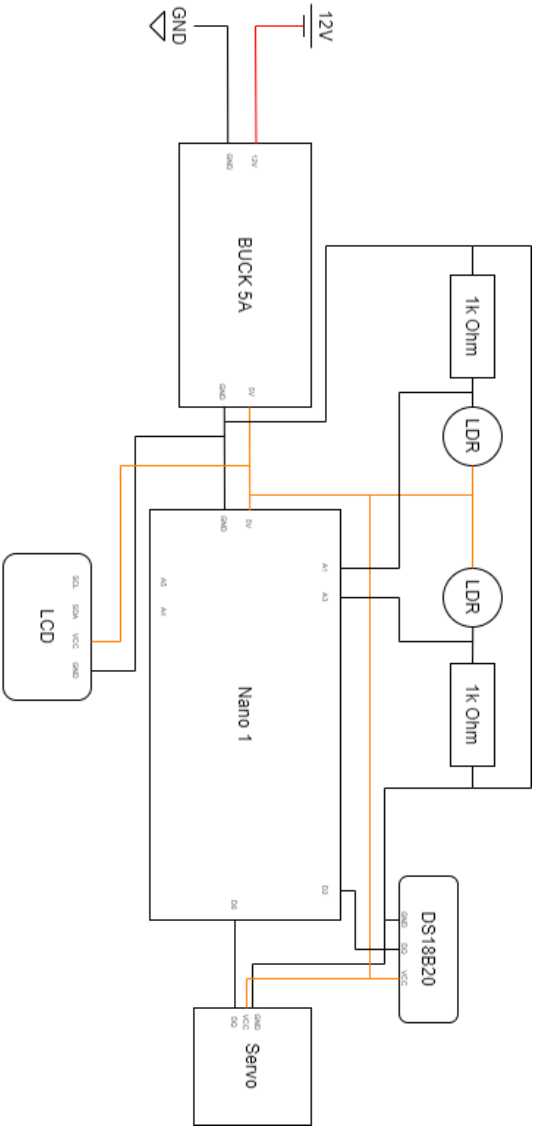
Bab ini akan dijelaskan mengenai alat yang akan dibuat yaitu perancangan rangkaian pengering anggur mulai dari skematik rangkaian elektronika keseluruhan sistem, diagram blok keseluruhan sistem, dan rancangan alat. Kemudian dijelaskan mengenai pembuatan kolektor surya dan pengatur suhu berbasis kontroler PID, pembuatan pelacak matahari, dan yang terakhir merupakan pembuatan ruang pengeringan dengan timbangan digital.

3.1 Perancangan Rangkaian Pengering Anggur

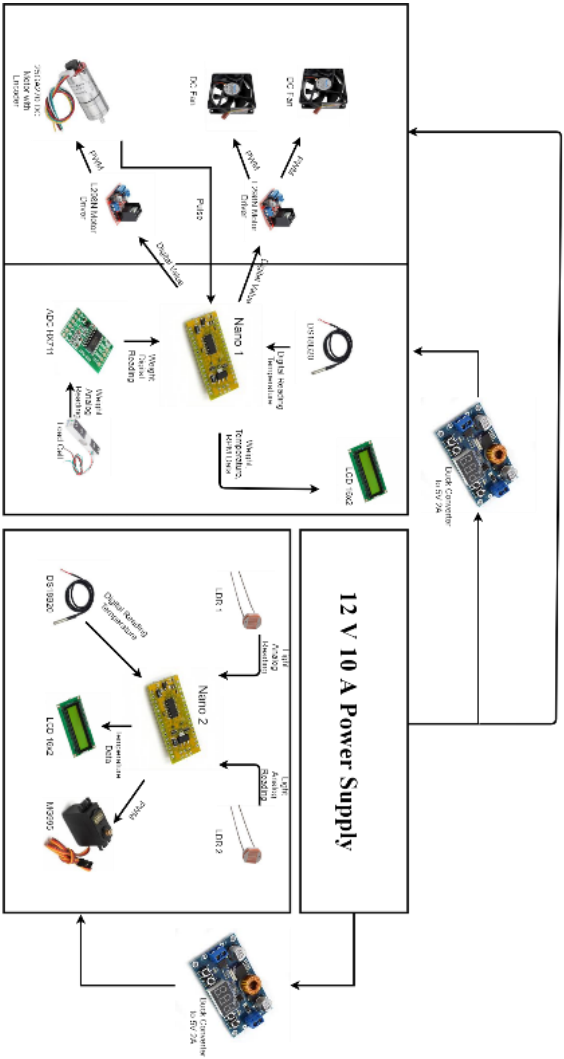
Alat pengering anggur akan dirancang berdasarkan 2 bagian utama dapat dilihat pada gambar 3. 1, 3. 2, 3. 3 yaitu kolektor surya yang terintegrasi dengan pelacak matahari dengan lensa fresnel, dan ruang pengeringan yang dilengkapi timbangan digital dan sistem pengatur aliran udara panas berbasis kontroler PID.



Gambar 3. 1 Skematik Rangkaian Ruang Pengeringan



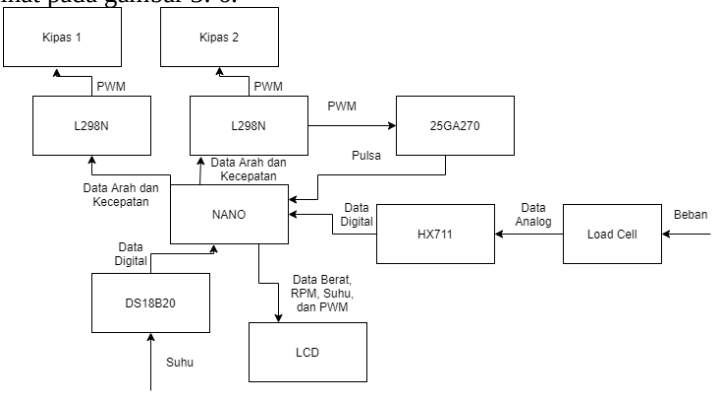
Gambar 3. 2 Skematik Rangkaian Kolektor Surya



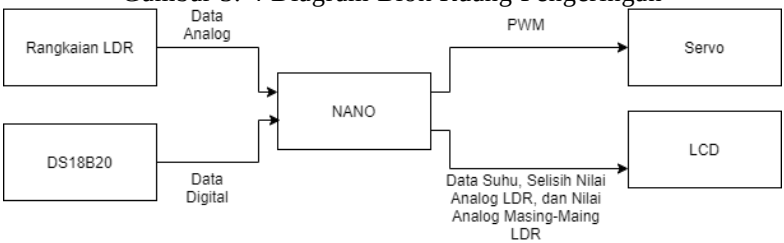
(c)

Gambar 3. 3 Skematik Keseluruhan Sistem

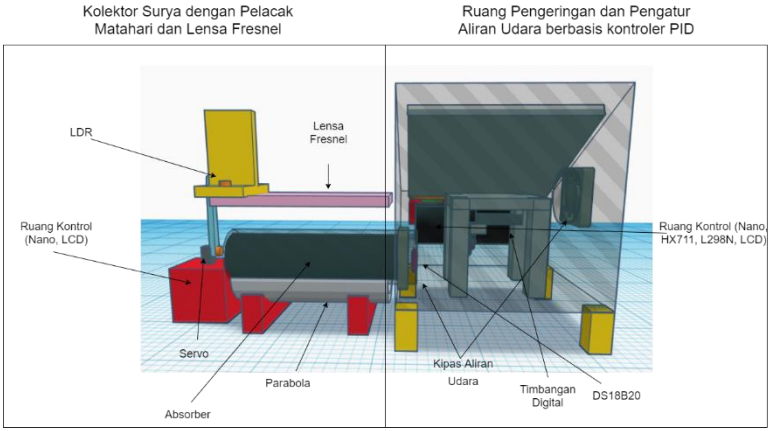
Kedua sistem ini akan bekerja sesuai dengan diagram blok berikut. Pada gambar 3. 4 diagram blok pertama dijelaskan mengenai sistem ruang pengeringan dengan timbangan digital dan pengatur aliran udara berbasis kontroler PID. Set point dari kontroler PID berasal dari beban pengeringan yang didapat dari load cell yang telah diterjemahkan menjadi data digital oleh ADC HX711. Kemudian dengan algoritma kontroler PID akan mengirimkan PWM ke motor lewat driver L298N. Umpan balik akan didapat melalui encoder pada 25GA370. Selain itu dalam ruang pengeringan juga akan dipantau suhu dan ditampilkan pada sebuah LCD. Pada gambar 3. 5 dapat dilihat bahwa pelacak matahari akan bergerak melalui data yang diterima dari LDR, kemudian servo akan digerakan berdasarkan selisih dari data LDR tersebut. Kemudian dipantau juga suhu absorber yang akan ditampilkan pada LCD. Rancangan tiga dimensi dapat dilihat pada gambar 3. 6.



Gambar 3. 4 Diagram Blok Ruang Pengeringan



Gambar 3. 5 Diagram Blok Pelacak Matahari



Gambar 3. 6 Rancangan Alat dan Diagram Blok Pengering Anggur

3.2 Pembuatan Kolektor Surya dan Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID

3.2.1 Perhitungan Parameter Kolektor Surya Model Parabola

Pada perhitungan parameter parabola seperti pada gambar 3.7 sebelumnya telah ditentukan bahwa *rim angle* yang menghasilkan panas paling efektif ada pada 80º. Kemudian ditentukan *aperture widht* sebesar 65,5 cm. Kemudian, kedua nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung parameter lainnya ddengan rumus

Titik fokus parabola dapat diketahui dengan rumus:

$$f = \frac{W_a}{4tan\frac{\emptyset_r}{2}} \tag{3.1}$$

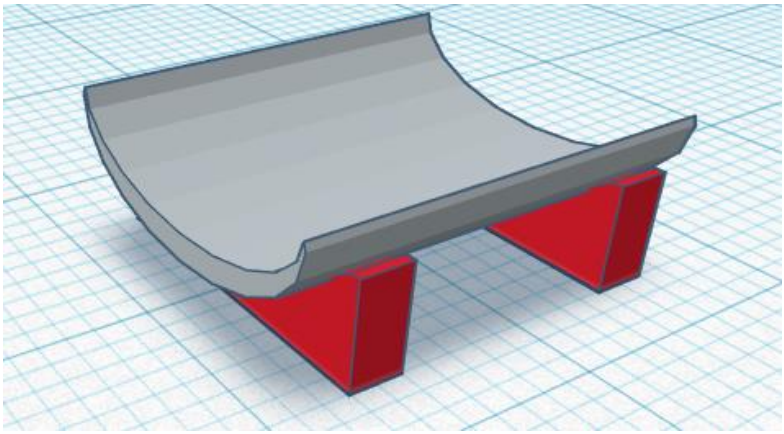
Jari-jari parabola dapat dihitung dengan:

$$r_r = \frac{2f}{1+cos\emptyset_r} \tag{3.2}$$

Tinggi parabola dapat diketahui dengan rumus:

$$H_p = \frac{{W_a}^2}{16f} \tag{3.3}$$

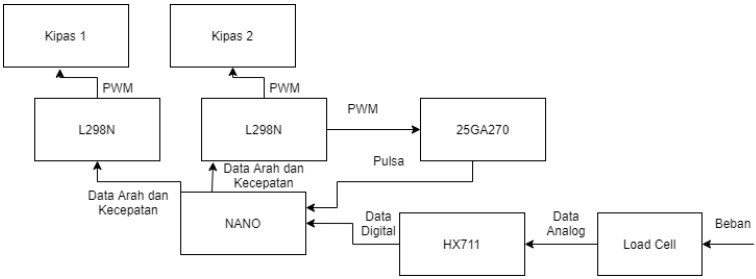
Sehingga didapat hasil yaitu titik fokus parabola sebesar 19.51cm, jari-jari parabola sebesar 33.25 cm, dan tinggi parabola sebesar 13.744 cm.



Gambar 3. 7 Rancangan Parabola

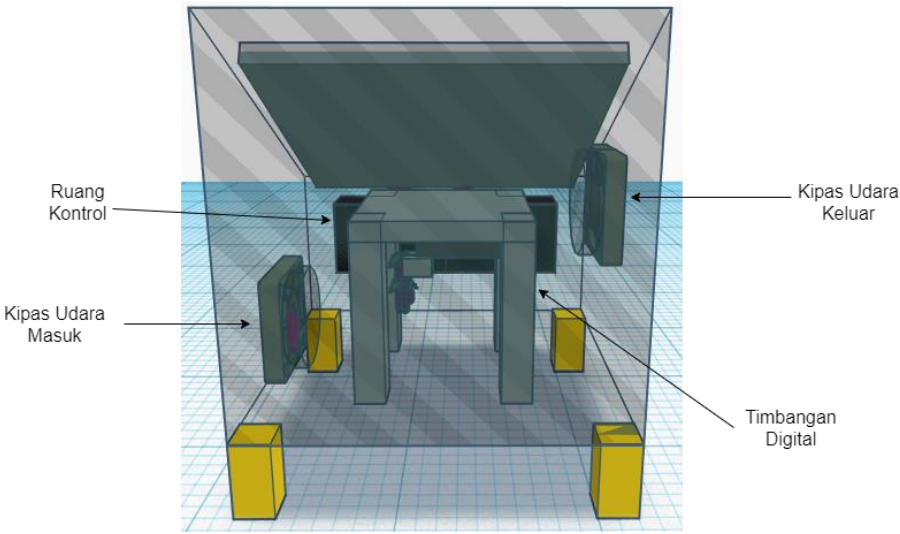
3.2.2 Diagram Blok Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID

Pengatur aliran udara bertujuan untuk mempertahankan *hot air flow* ruang pengering agar stabil. Untuk mencapai tujuan tersebut diterapkan kontroler PID pada pengatur aliran udara. Pengatur aliran udara seperti terlihat pada diagram blok gambar 3.8 akan mengatur kecepatan kipas yang ada pada bagian pipa *receiver*, sehingga aliran udara yang disalurkan ke kotak pengering akan stabil pada titik yg telah ditentukan. Pengatur aliran udara terdiri dari loadcell, ADC, mikrokontroler, encoder, motor driver, dan motor DC. Secara system kipas akan terus dipercepat hingga set point yang diinginkan tercapai. Hal ini betujuan agar sirkulasi udara pada ruang pengeringan dapat berjalan lebih cepat. Demikian pula yang terjadi ketika beban pengeringan turun apabila sebelumnya telah set point yang diinginkan maka kipas akan diperlambat perlahan agar sirkulasi udara menyesuaikan.



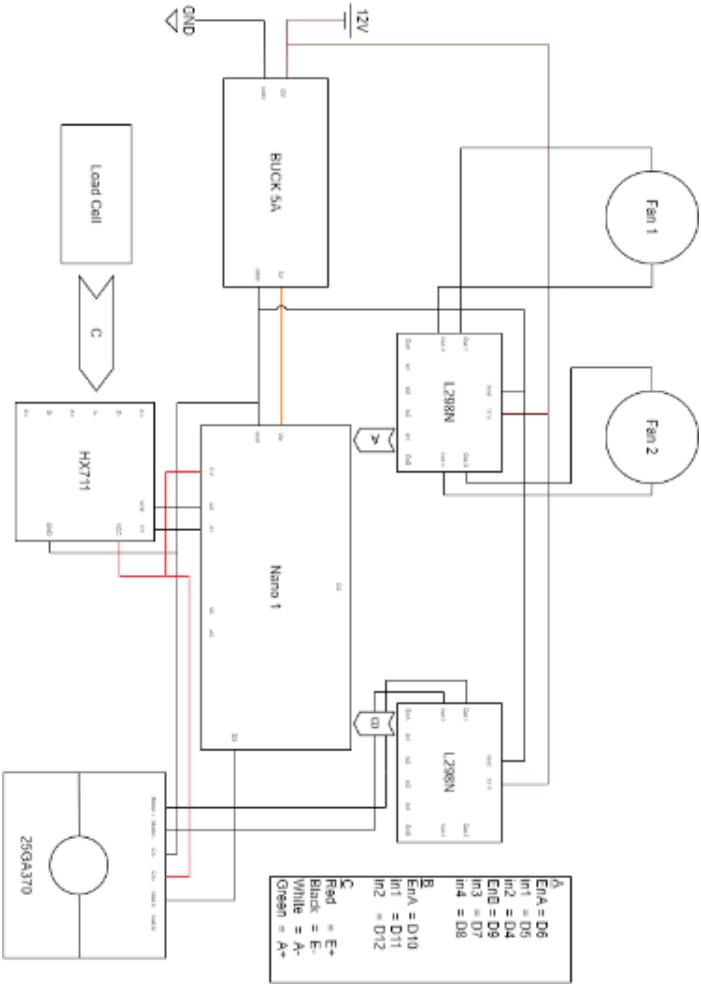
Gambar 3. 8 Diagram Blok Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID

3.2.3 Desain Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID



Gambar 3. 9 Desain Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID

Pada gambar 3.9 bagian-bagian dari Ruang Pengeringan sebagain besar terbuat dari akrilik. Kemudian terdapat bagian-bagian lain seperti yang telah disebutkan yaitu loadcell, ADC, mikrokontroler, encoder, motor driver, dan motor DC. Skematik rangkaian ditampilkan pada gambar 3.10.



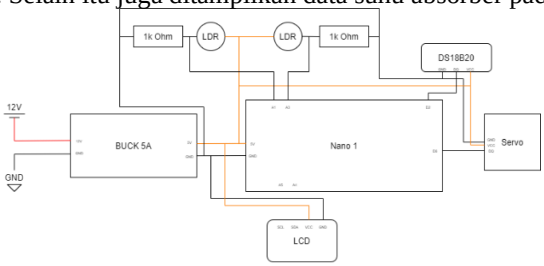
Gambar 3. 10 Skema Rangkaian Elektronika Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID

3.3 Pembuatan Pelacak Matahari

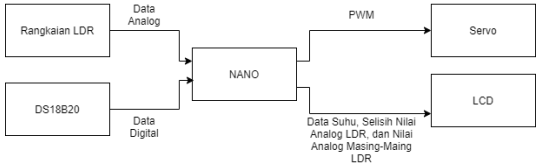
Pelacak matahari memeriksa posisi matahari dengan membandingkan nilai intensitas dari LDR kanan dan kiri. Berpatokan pada matahari bergerak dari timur (kanan) ke barat (kiri), LDR akan mengirimkan sinyal analog berupa perubahan nilai intensitas ke microcontroller yang kemudian akan diproses berdasarkan algoritma yang telah ada, sehingga menghasilkan luaran perintah untuk menggerakkan servo.

3.3.1 Skematik Rangkaian dan Diagram Blok

Dapat dilihat pada gambar 3.11 (a) sistem terdiri dari sensor, mikrokontroler, LCD, dan sensor suhu. Rangkaian sensor terdiri dari LDR dan resistor. LDR dan resistor membentuk rangkaian voltage divider yang dirancang agar nilai berubah sesuai perubahan nilai LDR dengan memberikan tegangan pada sisi resitor. Kemudian data tegangan atau analog seperti pada gambar 3.11(b) akan masuk ke mikrokontoler kemudian diolah sesusai algoritma pelacakan. Apabila nilai lebih besar pada LDR kanan maka pelacak akan bergerak kekanan, demikian sebaliknya. Selain itu juga ditampilkan data suhu absorber pada LCD.



(a)



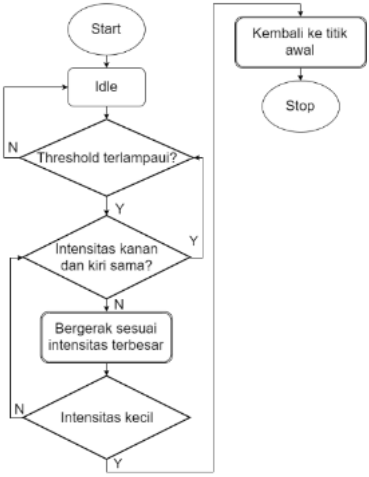
(b)

Gambar 3. 11 (a) Skematik Rangkaian Pelacak Matahari (b) Blok Diagram Seluruh Sistem Pelacak Matahari

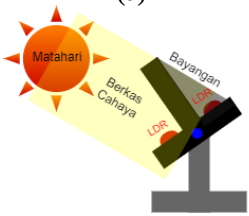
3.3.2 Sistem dan Flowchart

Sistem tracking akan diimplementasikan pada reflektor yang akan bergerak dengan satu axis yaitu dari timur ke barat selama satu hari.

Sesuai flow chart pada gambar 3.12 rangkaian LDR dengan Arduino dirancang untuk melacak posisi matahari dengan derajat kebebasan satu axis. Baris LDR akan diarahkan pada garis terbit matahari, yaitu dari timur ke barat. Sistem pelacakan yaitu dengan memeriksa LDR pada pembacaan analog dari Baris LDR akan dibaca oleh Arduino pada setiap pin yang terpasang. Setiap pin akan mewakili posisi yang harus dituju oleh servo. Setelah masuk pada program analisa posisi, output pwm akan diberikan pada servo untuk menuju arah matahari.



(a)



(b)

Gambar 3. 12 (a) Diagram Alur Pelacak Matahari (b) Kerja Pelacak Matahari

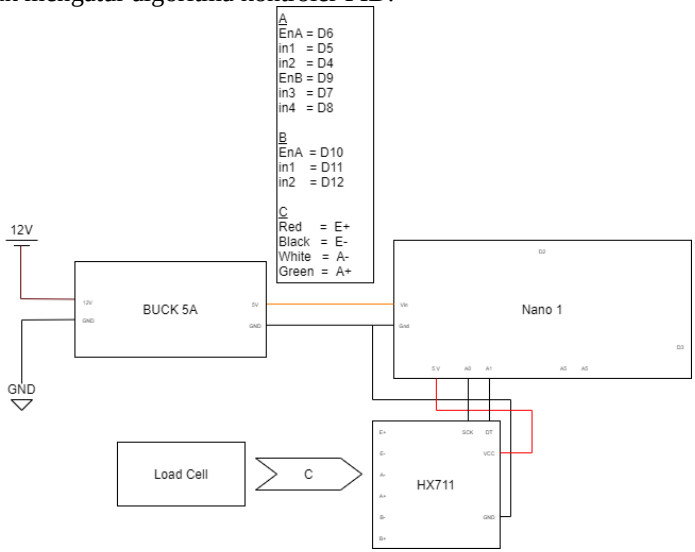
3.4 Pembuatan Ruangan Pengeringan dan Timbangan Digital

Bagian kotak pengering akan dibuat seperti model umum pengeringan matahari tidak langsung. Yaitu kotak dilapisi warna hitam agar dapat menyimpan panas lebih besar. Kemudian didalamnya akan diletakan rak dan load sell untuk mengukur berat dari anggur.

Timbangan berguna sebagai penentu awal dan akhir dari proses pengeringan anggur ini. Timbangan akan mengukur pengurangan berat anggur selama proses pengeringan berlangsung.

3.4.1 Skematik Rangkaian Timbangan

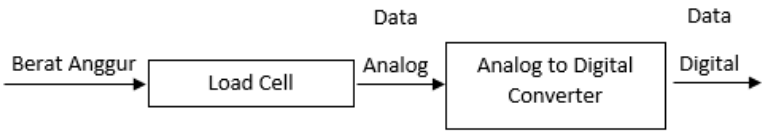
Dapat dilihat bahwa sistem timbangan terdiri loadcell, ADCHX711, dan sebuah mikro kontroler. Koneksi dapat dilihat pada gambar 3.13. Kemudian data timbangan merupakan salah satu parameter untuk mengatur algoritma kontroler PID.



Gambar 3. 13 Skematik Rangkaian Timbangan

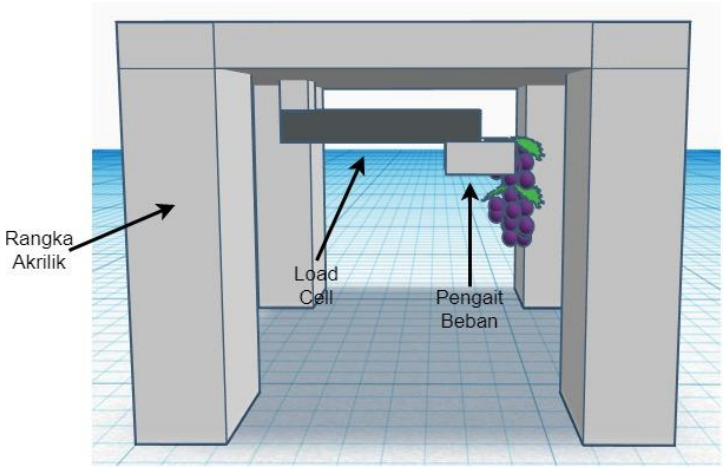
3.4.2 Sistem dan Flowchart

Sesuai diagram alur pada gambar 3.14, load cell bekerja sebagai sensor analog yang kemudian data masukannya akan diterjemahkan melalui ADC HX711 ke Arduino Nano. Kemudian Arduino Nano akan menampilkan dan mengolah data masukan dari load cell untuk menjadi set point kontroler PID.



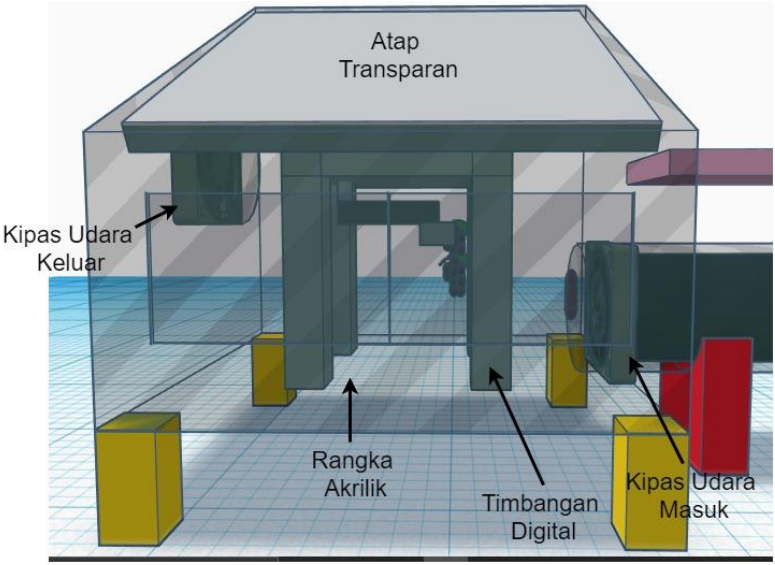
Gambar 3. 14 Diagram Blok Timbangan Digital

3.4.3 Desain Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital



Gambar 3. 15 Gambar Timbangan Digital

Dapat dilihat pada gambar 3.15, timbangan digital dirancang terbalik untuk beban menggantung karena dengan udara yang mengalir langsung pada buah yang menggantungkan sehingga penyebaran panas lebih merata. Selain itu desain seperti ini tidak mempengaruhi akurasi penimbangan.



Gambar 3. 16 Rancang Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital

Ruang Pengeringan pada gambar 3.16 dirancang memiliki atap terbuka agar cahaya dapat masuk dari atas untuk menambahkan panas ke ruang pengeringan. Timbangan diletakan berdekatan dengan kipas sehingga aliran udara dapat langsung mengenai buah anggur.

3.5 Tuning Kontroller PID

Tuning Kontroler PID bertujuan untuk menemukan parameter Kp, Ki, dan Kd untuk digunakan pada kontroler PID. Dalam tuning PID ada beberapa cara yang dapat dilakukan, diantaranya manual tuning atau metode trial and error dan perhitungan menggunakan metode Ziegler Nichols.

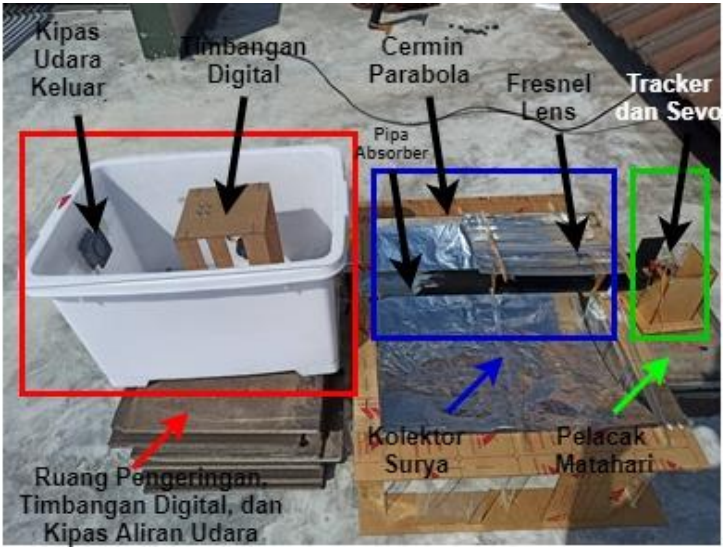
3.5.1 Metode Manual Tuning

Pada metode ini didapat parameter Kp sebesar 0,5, Ki sebesar 0,8, dan Kd sebesar 0,09. Dengan menggunakan ketiga parameter tersebut didapat grafik output dengan sedikit overshoot dan error.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4
PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab 4 ini akan dibahas mengenai pengujian dari sistem pengeringan anggur yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Tujuan pembuatan bab ini adalah untuk mendapatkan serta menganalisa data yang didapat dari masing-masing pengujian yang dilakukan. Pengujian meliputi pengujian suhu pada arbsorber serta sistem kontroler PID pada pengaturan aliran udara, pengujian pelacak matahari, pengujian timbangan digital, dan yang terakhir merupakan pengujian data pengurangan berat anggur ketika proses pengeringan. Sistem pengering Anggur seperti pada gambar 4.1 terdiri dari 3 bagian utama yaitu ruang pengeringan, kolektor surya dan pelacak matahari.



Gambar 4. 1 Gambar Realisasi Sistem Pengering Anggur

4.1 Pengujian Suhu Absorber dan Sistem Kontroler PID pada Pengaturan Aliran Udara

4.1.1 Pengujian Suhu Absorber pada Waktu Spesifik

Pada subbab ini dilakukan pengujian suhu arbsorber dengan beberapa model kolektor surya yaitu diletakan pada ruang terbuka, menggunakan cermin parabola, dan cermin parabola ditambah Fresnel lens. Data diambil ketika didapat panas optimal yaitu pukul 10.00 hingga pukul 16.00 WIB. Data suhu absorber diukur menggunakan sensor suhu DS18B20 dan ditampilkan pada LCD ditunjukan pada gambar 4.2.

(a)

(b)

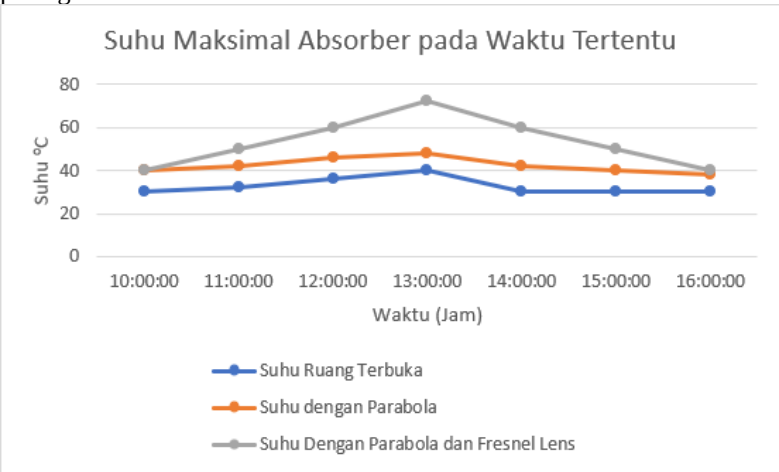
(c)

Gambar 4. 2 Tampilan LCD Alat Pengering Anggur ketika Pengujian Suhu Absorber pada Waktu Spesifik (a) Pengujian Pukul 15.00 (b) Pengujan Pukul 16.00 (c) Pengujian Pukul 13.00 menggunakan NodeMCU

Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian Suhu Pipa Absorber Pada Waktu Spesifik

Waktu (jam)	Suhu Maksimal ºC		
	Ruang Terbuka	dengan Parabola	Dengan Parabola dan Fresnel Lens
10:00:00	30	40	40
11:00:00	32	42	50
12:00:00	36	46	60
13:00:00	40	48	72,69
14:00:00	30	42	60
15:00:00	30	40	50
16:00:00	30	38	40

Dari hasil pengujian pada tabel 4.1 didapat bahwa suhu maksimal yaitu 72,69 derajat didapatkan pada pukul 13.00. Grafik suhu ditampilkan pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Grafik Suhu Maksimal Pada Waktu Spesifik

4.1.2 Pengujian Pada Waktu Panas Maksimal

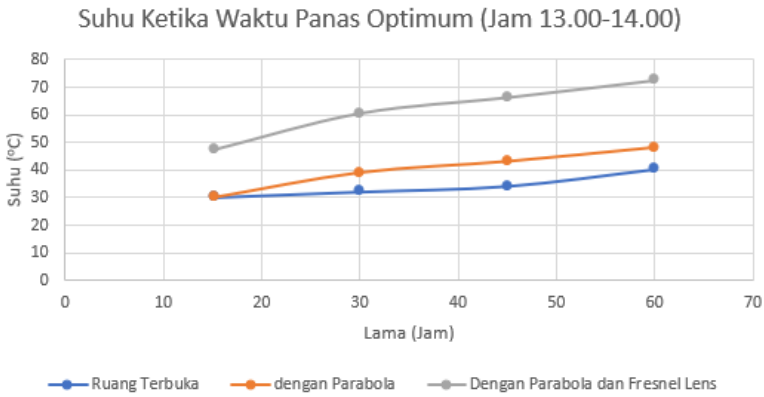
Selain pengujian pada waktu spesifik, dilakukan pula pengujian pada waktu panas maksimal untuk mengetahui berapa lama yang

dibutuhkan absorber untuk mencapai suhu maksimal. Pengujian dilakukan dari pukul 13.00 hingga pukul 14.00.

Tabel 4. 2 Tabel Data Suhu Pipa Absorber ketika Panas Optimal

Lama (menit)	Suhu °C		
	Ruang Terbuka	dengan Parabola	Dengan Parabola dan Fresnel Lens
15	30	30	47
30	32	39	60,56
45	34	43	66,38
60	40	48	72,69

Didapatkan hasil ditunjukan tabel 4.2 bahwa dalam waktu 1 jam sudah cukup bagi absorber untuk mencapai titik suhu tertingginya. Grafik disuhu ditampilkan pada gambar 4.4.



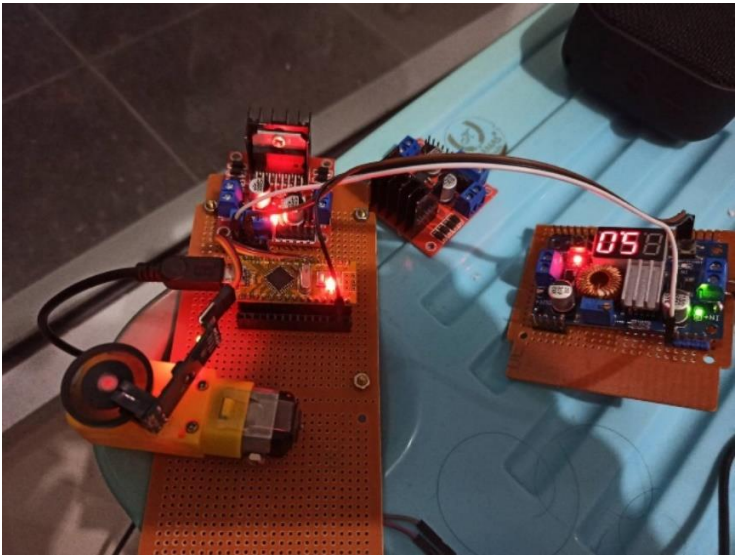
Gambar 4. 4 Grafik Suhu ketika Panas Optimum

4.1.3 Pengujian Kontroler PID pada Pengendali Kipas Arbsorber

Pada subbab ini akan dilakukan 2 pengujian terpisah. Pengujian pertama merupakan pengujian sensor opto coupler untuk mengukur kecepatan motor sebagai input sistem kontroler PID. Kemudian pengujian kedua merupakan pengujian parameter kontroler PID ketika diimplementasikan pada sistem PID yang telah ditanamkan pada mikrokontoler Arduino Nano.

a. Pengujian Akurasi Sensor Opto Couplerr

Sebelum board dan modul disematkan pada ruang pengeringan, dilakukan beberapa pengujian terlebih dahulu. Salah satu pengujian yang dilakukan yaitu pengujian akurasi sensor opto coupler.



Gambar 4. 5 Pengujian Akurasi Sensor Opto Coupler

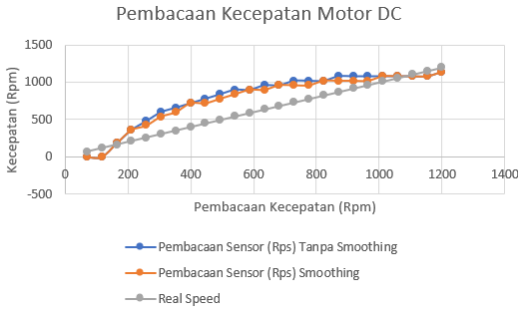
Pengujian ditunjukan pada gambar 4.5 dilakukan dengan memberikan PWM yang sudah dilakukan mapping sebelumnya terhadap kecepatan real yang seharusnya didapatkan.

Data yang terbaca dari sensor merupakan data pembacaan encoder roda 20 jari-jari. Dari algoritma yang digunakan, sensor akan mengetahui berapa jari-jari yang terbaca dalam waktu 1000 milis atau satu detik. Kemudian setelah pembacaan dilakukan konversi terhadap satuan RPM yang kemudian akan dilanjutkan pencocokan dengan mapping bacaan yang seharusnya di dapat.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akurasi Sensor Opto Coupler

Kecepatan (Rpm)	**Pembacaan Sensor (Rpm)**	
	Tanpa Smoothing	Smoothing
1200	1140	1140
1152,941176	1080	1080
1105,882353	1080	1080
1058,823529	1080	1080
1011,764706	1080	1080
964,7058824	1080	1020
917,6470588	1080	1020
870,5882353	1080	1020
823,5294118	1020	1020
776,4705882	1020	960
729,4117647	1020	960
682,3529412	960	960
635,2941176	960	900
588,2352941	900	900
541,1764706	900	840
494,1176471	840	780
447,0588235	780	720
400	720	720
352,9411765	660	600
305,8823529	600	540
258,8235294	480	420
211,7647059	360	360
164,7058824	180	180
117,6470588	0	0
70,58823529	0	0

Dari tabel 4.3 didapatkan bahwa sensor Opto Coupler mempunyai akurasi yang kurang baik dikarenakan resolusinya yang terlalu jelek. Hal ini dibuktikan dengan *gap* atau jarak error pembacaan sensor dengan kecepatan real yang seharusnya didapat. Pada gambar 4.6 dimetakan hasil pembacaan kecepatan.

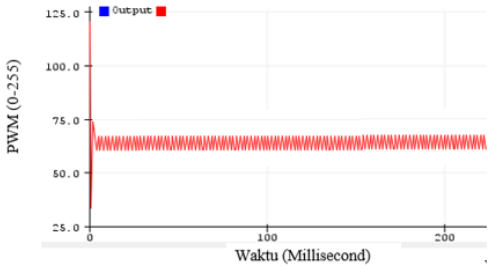


Gambar 4. 6 Grafik Keandalan Opto Coupler

b. Pengujian Implementasi Parameter Kontroler PID pada Sistem Pengeringan

Pada bagian ini, parameter yang telah didapatkan bersamaan dengan pengujian sensor opto coupler disematkan kedalam sistem. Grafik yang didapatkan merupakan grafik serial plotter Arduino Nano yang menunjukan perbandingan PWM keluaran terhadap set point pada setiap parameter kontroler.

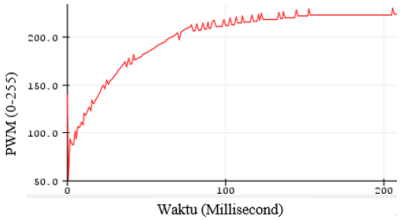
1. Kontroler P



Gambar 4. 7 Kontroler PID untuk Set Point 241 dengan Nilai Awal 0 (Kp = 0,5.)

Dapat dilihat pada grafik gambar 4.7 apabila hanya menggunakan nilai Kp dan tanpa nilai Ki dan Kd, sistem mengalami osilasi. Selain Osilasi sistem juga tidak mencapai set point yang diinginkan.

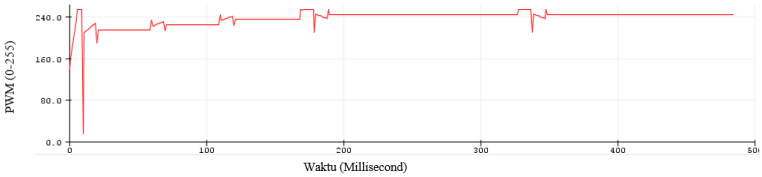
2. Kontroler PI



Gambar 4. 8 Kontroler PID untuk Set Point 241 dengan Nilai Awal 0 (Kp = 0,5 Ki =0,8)

Penggunaan Ki ditunjukan grafik gambar 4.8 menyebabkan sistem tidak terlalu berosilasi. Dengan menggunakan Kp dan Ki sistem dapat mencapai set point walau tidak terlalu cepat.

3. Kontroler PID



Gambar 4. 9 Kontroler PID untuk Set Point 241 dengan Nilai Awal 0 (Kp = 0,5 Ki = 0,8 Kd = 0,09)

Penambahan parameter Kd membuat sistem menjadi lebih responsif ditunjukan pada grafik gambar 4.9. Akibatnya setpoint dan steady state didapatkan dengan lebih cepat walaupun dikarenakan sensor akurasi optocoupler seperti yang sudah dijabarkan pada subbab sebelumnya sehingga terdapat osilasi pada steady state beberapakali.

4.2 Kalibrasi dan Pengujian Tracker

Pada pelacakan matahari seperti pada gambar 4.10, kalibrasi digunakan dengan mengatur selisih dari LDR kanan dan kiri untuk menentukan kapan pelacak harus bergerak. Satuan yang digunakan untuk mencari selisih yang tepat merupakan satuan analog pembacaan langsung

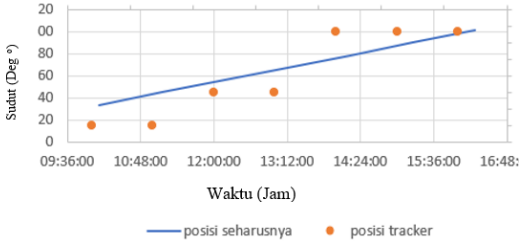
dari LDR dengan nilai maksimal 1024. Data dibandingkan dengan sudut yang di hasilkan pelacak matahari dengan lokasi matahari.

Gambar 4. 10 Pelacakan Matahari pada Ruang Terbuka

4.2.1 Kalibrasi dan Pengujian Tracker di Ruang Terbuka

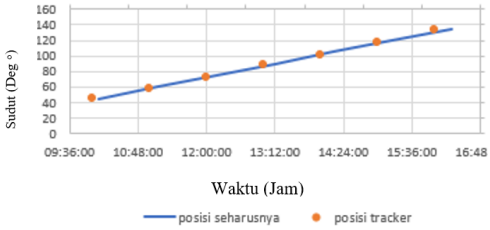
Pengujian diruang terbuka seperti pada gambar 4.11 dan 4.12, dilakukan pada lingkungan yang tidak ditutupi objek lain seperti gedung maupun tumbuhan.

a. Selisih kanan dan kiri 150



Gambar 4. 11 Grafik Selisih Sensor Terhadap Sudut dengan Toleransi 150 Dengan Ruang Terbuka

b. Selisih kanan dan kiri 50



Gambar 4. 12 Grafik Selisih Sensor Terhadap Sudut dengan Toleransi 50 Dengan Ruang Terbuka

Dari data yang didapat diketahui bahwa dibutuhkan selesih yang kecil untuk menggerakan matahari. Hal ini dikarenakan bacaan sensor untuk matahari jauh lebih besar jika dibandingkan dengan bacaan senter. Sebaliknya untuk matahari lebih efektif menggunakan nilai selisih kecil.

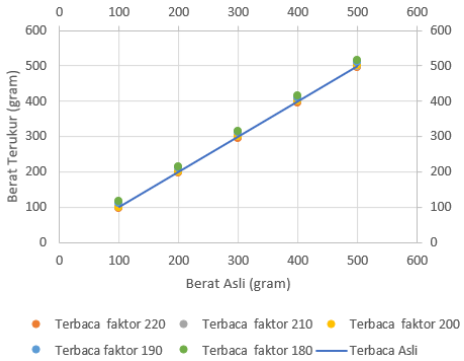
4.3 Kalibrasi dan Pengujian Timbangan Digital pada Ruang Pengeringan Anggur

Gambar 4. 13 Realisasi Ruang Pengeringan dan Timbangan Digital

Seperti opto coupler, kalibrasi load cell pada ruang pengeringan seperti pada gambar 4.13 juga dilakukan sebelum timbangan digital disematkan kedalam ruang pengeringan. Kalibrasi dilakukan dengan mengatur faktor kalibrasi yang digunakan untuk adc HX711. Faktor kalibrasi dari setiap load cell walaupun mempunyai batas beban yang sama tetapi memiliki faktor kalibrasi yang berbeda sehingga kalibrasi harus dilakukan. Faktor kalibrasi merupakan faktor pembagi dari raw data yang dihasilkan ADC HX711 untuk menghasilkan data dalam satuan yang digunakan manusia, untuk kasus ini gram.

Tabel 4. 4 Tabel Kalibrasi Load Cell

Berat	**Faktor Kalibrasi Pembacaan**				
(gr)	220	210	200	190	180
100	95,9	99,9	100,1	110,5	115,6
200	195,8	199,8	200,2	210,5	215,6
300	295,7	299,7	300,3	310,5	315,6
400	395,6	399,6	400,4	410,5	415,6
500	495,5	499,5	500,5	510,5	515,6



Gambar 4. 14 Grafik Keandalan Load Cell 10kg

Dari gambar 4.14 terlihat pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa faktor kalibrasi yang paling cocok digunakan yaitu 200.

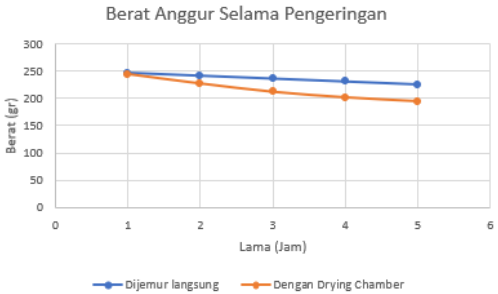
4.4 Pengujian Pengurangan Massa

Setelah semua sistem terimplementasi, dilakukan pengujian selama 6 jam. Pengujian dilakukan mulai pukul 10.00 hingga 16.00 WIB. Pengujian dilakukan pada kondisi langit cerah dengan suhu udara 30 ^{o}C

Tabel 4. 5 Tabel Pengurangan Masa Anggur selama 4 Hari

Lama (Jam)	Berat							
	Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3		Hari ke-4	
	Dijemur Langsung	Dengan Drying Chamber	Dijemur Langsung	Dengan Drying Chamber	Dijemur Langsung	Dengan Drying Chamber	Dijemur Langsung	Dengan Drying Chamber
1	252,21	252,21	237,74	195,44	223,27	161,13	208,8	104,96
2	249,09	244,45	234,62	185,73	220,15	153,37	205,68	97,2
3	243,86	227,23	229,39	175,78	214,92	136,15	200,45	79,98
4	241,36	212,37	226,89	171,08	212,42	121,29	197,95	65,12
5	239,36	202,35	224,89	165,63	210,42	111,27	195,95	55,1
6	237,74	195,44	223,27	161,13	208,8	104,96	194,33	48,19

Dalam waktu 4 hari didapatkan hasil seperti dapat dilihat pada tabel 4.5. Dapat dilihat pada saat anggur dalam drying chamber sudah kering akan tetapi pada penjemuran terbuka masih kurang kering.



Gambar 4. 15 Grafik Massa pada Pengeringan Hari Pertama

(a) (b)

Gambar 4. 16 Hasil Pengeringan Anggur (a) Pengeringan dengan Alat Pengering Anggur Selama 6 Jam (b) Pengeringan dengan Alat Pengering Anggur Selama 4 Hari

Dari Tabel 4.5 dan grafik pada Gambar 4.15, teruji bahwa hasil pengeringan dengan alat pengering anggur mendapat hasil yang lebih baik dari pengeringan konvensional. Hasil pengeringan dapat dilihat pada gambar 4.16. Setelah Hasilnya keluar kemudian spesifikasi alat dapat diketahui.

Tabel 4. 6 Tabel Spesifikasi Alat

Variabel	OSD	Industri	Alat
Biaya	-	US $2,600-3,000 / Piece	± Rp 900.000,-
Kesulitan Pembuatan	-	Kompleks	Kompleks
Suhu Maksimal	30 °C	80 °C	72,69 @Absorber
Kecepatan Pengeringan	14 hari +	3.5Kg/h (@ 50°C,80%)	± 51,155/d (@37-48 °C)
Daya	-	Max 2,2 kWatt	Max 120 Watt
Daya Tampung	Opsional	20~100kg / batch	252 gram
Berat	-	Nett 160kg	Nett 2kg

Seperti dilihat pada tabel 4.6 dari kenyataan lapangan alat pemgering anggur masih jauh dari performa alat pengering industri mulai dari kapasitas pengeringan, suhu maksimal, hingga kecepatan pengeringan. Akan tetapi alat ini dapat dikembangkan kedepannya agar performa lebih baik dapat tercapai.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada tugas akhir ini dibuatah alat pengering anggur menggunakan rekayasa elektronik yang diharapkan dapat menggantikan cara pengeringan anggur secara konvensional. Digunakan sistem PID sebagai kontroler sistem yang mengatur efektifitas penggunaan energi alat pengering ini. Semua komponen diatur oleh mikrokontroler Arduino Nano dan data hasilnya ditampilkan pada LCD 16X2.

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pada pelaksanaan tugas akhir ini beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Suhu efektif 47 – 72,69 ^{o}C pengeringan berada diantara jam sepuluh pagi hingga 4 sore.
2. Perbandingan kecepatan pengeringan dapat dilihat bahwa setelah 4 hari Anggur pada ruang pengeringan kering sementara pada udara terbuka belum. Berat akhir anggur pada ruang terbuka diangka 194,33 gram dan pada ruang pengeringan 48,19 gram.
3. Penggunaan Fresnel lens dan arbsorber model parabola meningkatkan penyerapan panas absorber dapat dilihat bahwa bila dengan parabola saja suhu maksimal ada pada 48 ^{o}C, sementara bila dikombinasikan didapat suhu 72,69 ^{o}C.

5.2 Saran

Sebagai saran pengembangan tugas akhir ini disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Menggunakan pelacak matahari dengan 4 LDR dan 4 kisi dengan 2 axis derajat kebebasan, serta sensor suhu untuk meningkatkan akurasi pembacaan arah matahari
2. Membuat sistem tertutup agar didapat tekanan stabil yang menciptakan kelembapan dan udara yang lebih stabil
3. Menggunakan casing berbahan induktor yang dilapisi oleh isolator agar suhu dapat bertahan lebih lama dan lebih stabil.
4. Penggunaan data loger pada mikrokontroler dengan NodeMCU atau I2C memory card untuk memudahkan pengambilan data

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia 2018.pdf," Badan Pusat Statistik, 5205010, hlm. 94-95, Sep 2019.

[2] J. Wang, A. S. Mujumdar, W. Mu, J. Feng, X. Zhang, Q. Zhang, X.-M. Fang, Z.-J. Gao, dan H.-W. Xiao, "Grape Drying: Current Status and Future Trends," dalam *Grape and Wine Biotechnology*, Ed. InTech, hlm. 146, 2016.

[3] K. Nurhandayani dan M. Rivai, "Sistem Kontrol Pengering Makanan Berbasis LED Inframerah," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, hlm. 355–361, Feb 2019.

[4] A. B. Lingayat, V. P. Chandramohan, V. R. K. Raju, dan V. Meda, "A review on indirect type solar dryers for agricultural crops – Dryer setup, its performance, energy storage and important highlights," *Appl. Energy*, vol. 258, hlm. 114005, Jan 2020.

[5] R. Khiari, H. Zemni, dan D. Mihoubi, "Raisin processing: physicochemical, nutritional and microbiological quality characteristics as affected by drying process," *Food Rev. Int.*, vol. 35, no. 3, hlm. 246–298, Apr 2019.

[6] A. S. Foshanji, K. Hc, V. Kr, R. Gk, dan S. Th, "Effects of pretreatments and drying methods on nutritional and sensory quality of raisin," hlm. 6, Jun 2018.

[7] B. Bhandari dan Y. H. Roos, Ed., *Non-Equilibrium States and Glass Transitions in Foods*. hlm. 90-91, 2017.

[8] D. Duris, "Determination of Moisture Content," hlm. 6, Agu 2015.

[9] A. A. Kurniawan, M. Rivai, dan F. Budiman, "Sistem Pemandu Pendaratan Pada Balon Udara Berbasis Pengolahan Citra Dan Kendali PID," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, hlm. A179–A184, Agu 2016.

[10] K. J. Åström dan R. M. Murray, *Feedback systems: an introduction for scientists and engineers*. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, hlm. 294, 2008.

[11] P. D. Wijaya, M. Rivai, dan T. Tasripan, "Rancang Bangun Mesin Pemotong Styrofoam 3 Axis Menggunakan Hot Cutting Pen dengan Kontrol PID," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, hlm. A766-770, Okt 2017.

[12] M. S. Ramadhan dan M. Rivai, "Sistem Kontrol Tingkat Kekeruhan pada Aquarium Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, hlm. 87–91, Mar 2018.

[13] M. F. Kaddoura dan J. Zeaiter, “Application of thermal energy storage with point focus Fresnel lens concentrator: Numerical and experimental analysis,” *J. Energy Storage*, vol. 26, hlm. 101008, Des 2019.

[14] K. Sornek, M. Filipowicz, dan J. Jasek, “The Use of Fresnel Lenses to Improve the Efficiency of Photovoltaic Modules for Building-integrated Concentrating Photovoltaic Systems,” *J. Sustain. Dev. Energy Water Environ. Syst.*, vol. 6, no. 3, hlm. 415–426, Sep 2018.

[15] D. Arvizu, P. Balaya, L. F. Cabeza, K. G. T. Hollands, A. Jäger-Waldau, M. Kondo, C. Konseibo, V. Meleshko, W. Stein, Y. Tamaura, H. Xu, R. Zilles, A. Aberle, A. Athienitis, S. Cowlin, D. Gwinner, G. Heath, T. Huld, T. James, L. Kazmerski, M. Mann, K. Matsubara, A. Meier, A. Mujumdar, T. Oozeki, O. Sanogo, M. Santamouris, M. Sterner, P. Weyers, E. Calvo, dan J. Schmid, “Direct Solar Energy,” dalam *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2011, hlm. 333–400.

[16] H. A. Smadi, “Comparison of Linear Fresnel Collector and Parabolic Trough Collector Fields,” *Sol. Energy Eng.*, hlm. 8, 2018.

[17] V. K. Jebasingh dan G. M. J. Herbert, “A review of solar parabolic trough collector,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 54, hlm. 1085–1091, Feb 2016.

[18] A. Bharti dan B. Paul, “Design of solar parabolic trough collector,” dalam *2017 International Conference on Advances in Mechanical, Industrial, Automation and Management Systems (AMIAMS)*, Allahabad, India, Feb 2017, hlm. 302–306.

[19] İ. H. Yılmaz, M. S. Söylemez, H. Hayta, dan R. Yumrutaş, “Model-Based Performance Analysis of a Concentrating Parabolic Trough Collector Array,” dalam *Progress in Exergy, Energy, and the Environment*, I. Dincer, A. Midilli, dan H. Kucuk, Ed. Cham: Springer International Publishing, 2014, hlm. 815–827.

[20] H. Bhowmik dan R. Amin, “Efficiency improvement of flat plate solar collector using reflector,” *Energy Rep.*, vol. 3, hlm. 119–123, Nov 2017.

[21] M. E. Emetere, S. E. Sanni, A. O. Dauda, A. A. Akinsiku, O. I. Osunlola, dan A. D. Adejumo, “Operational Trends of a mini parabolic solar collector for agricultural purposes in a non-active solar environment,” hlm. 12, 2018.

[22] A. Makwana dan D. Lad, “Dual Axis Solar Tracking System using 5-LDR sensor,” hlm. 4, Sep 2017.
[23] A. Sawant, D. Bondre, A. Joshi, P. Tambavekar, dan A. Deshmukh, “Design and Analysis of Automated Dual Axis Solar Tracker Based on Light Sensors,” Palladam, India, Agu 2018, hlm. 454–459.
[24] F. D. Krisandika, M. Rivai, dan T. Tasripan, “Pelacak Cahaya Matahari Berbasis Citra pada Panel Surya menggunakan Single Board Computer Lattepanda,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, hlm. 319–324, Feb 2019.
[25] arduino.cc, “Arduino Nano | Arduino Official Store.” .
[26] www.teachmemicro.com, “Arduino NANO Pinout Diagram,” *Microcontroller Tutorials*, Jun 10, 2019. .
[27] N. Nugroho dan S. Agustina, “Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik,” vol. 2, no. 1, hlm. 7, 2015.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A
Program Kontroler PID

```
//Library

#include <Servo.h>

#include "HX711.h"

#include <SoftwareSerial.h>

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2);

#include <PID_v1.h>

unsigned long serialTime;


//komponen 25ga370+encoder

#define ENCODEROUTPUT 663 //faktor pembagi raw data encoder
untuk tiap millisec

const int HALLSEN_A = 3; //Hall sensor yang A ke D3

volatile long encoderValue = 0;//IRS

int enC = 10; //Pin PWM

int in5 = 11; //Pin Arah Motor -

int in6 = 12; //Pin Arah Motor +

int interval = 1000;

long previousMillis = 0;

long currentMillis = 0;
```

```
int rpm = 0;
boolean measureRpm = false;
int motorPwm = 0;
int cepat;

//komponen motor biasa
int enA = 6; //Pin PWM
int in1 = 5; //Pin Arah Motor +
int in2 = 4; //Pin Arah Motor -
int enB = 9; //Pin PWM
int in3 = 7; //Pin Arah Motor -
int in4 = 8; //Pin Arah Motor +

//ds18b20
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

//bagian timbangan
HX711 scale(A0,A1);
```

```
float calibration_factor = 200; // this calibration factor is adjusted
according to my load cell

float units;float ounces;


//item PID

double Setpoint, Input, Output;

double Kp=0.5, Ki=0.8, Kd=0.09;

PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint, Kp, Ki, Kd, DIRECT);


void setup() {

  Serial.begin(9600);


  //setup25ga370

  EncoderInit();//Initialize the module encoder

  pinMode(enC, OUTPUT);

  pinMode(in5, OUTPUT);

  pinMode(in6, OUTPUT);

  encoderValue = 0;

  previousMillis = millis();


  //lcd dan suhu

  sensors.begin();

  lcd.init();
```

```
  lcd.backlight();

  //set  up timbangan
  scale.set_scale(calibration_factor);
  scale.tare();  //Reset the scale to
  long zero_factor = scale.read_average(); //Get a baseline reading

  //set up kipas
  pinMode(enA, OUTPUT);
  pinMode(in1, OUTPUT);
  pinMode(in2, OUTPUT);
  pinMode(enB, OUTPUT);
  pinMode(in3, OUTPUT);
  pinMode(in4, OUTPUT);
}

void loop() {
  //ambil temp
  sensors.requestTemperatures();

  //timbangan
  units = scale.get_units(), 10;
```

```
if (units < 0)
{
  units = 0.00;
}
ounces = units * 0.035274;

analogWrite(enA, cepat);
analogWrite(enB, cepat);
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);

//loop 25ga370
analogWrite(enC, cepat);
digitalWrite(in5, LOW);
digitalWrite(in6, HIGH);

//data log tiap 1 detik
currentMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis > interval) {
  previousMillis = currentMillis;
```

```
rpm = (float)(encoderValue * 60 / ENCODEROUTPUT);
rpm = rpm*11.63;
if ( rpm > 0) {
  //print pwm
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("R:");
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print(rpm);
}

encoderValue = 0;
//print timbangan
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("|W:");
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print(units);

//print suhu
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T:");
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(sensors.getTempCByIndex(0));
```

```
  //print pwm
  lcd.setCursor(6,1);
  lcd.print("|P:");
  lcd.setCursor(9,1);
  lcd.print(cepat);

}
    Input = rpm;
    Setpoint = map(units,0,253,0,1069);
    myPID.Compute();
    cepat = map(Output,0,1069,0,255);
    Serial.println();
    delay(1000);
    analogWrite(enA,cepat);
  if(millis()>serialTime)
{
  SerialReceive();
  SerialSend();
  serialTime+=500;
}
```

```
}

void EncoderInit()
{
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(HALLSEN_A), updateEncoder,
RISING);
}

void updateEncoder()
{
  encoderValue++;
}
```

LAMPIRAN B

Program Pelacak Matahari

```
#include <Servo.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2);

//ds18b20
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);


//bagian tracker
const int mean = 10;
int sementara1[mean];
int sementara2[mean];
int rata1 = 0;
int rata2 = 0;
int sum1 = 0;
int sum2 = 0;
Servo servo;
int patokan = 0;
int arah = 0;
int diam = 0;
int pos;


int analogPin1 = A1; //kiri// potentiometer wiper (middle terminal) connected to analog pin 3
int analogPin2 = A3;  //kanan                    // outside leads to ground and +5V
int val1 = 0;  // variable to store the value read
int val2 = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);          //  setup serial
```

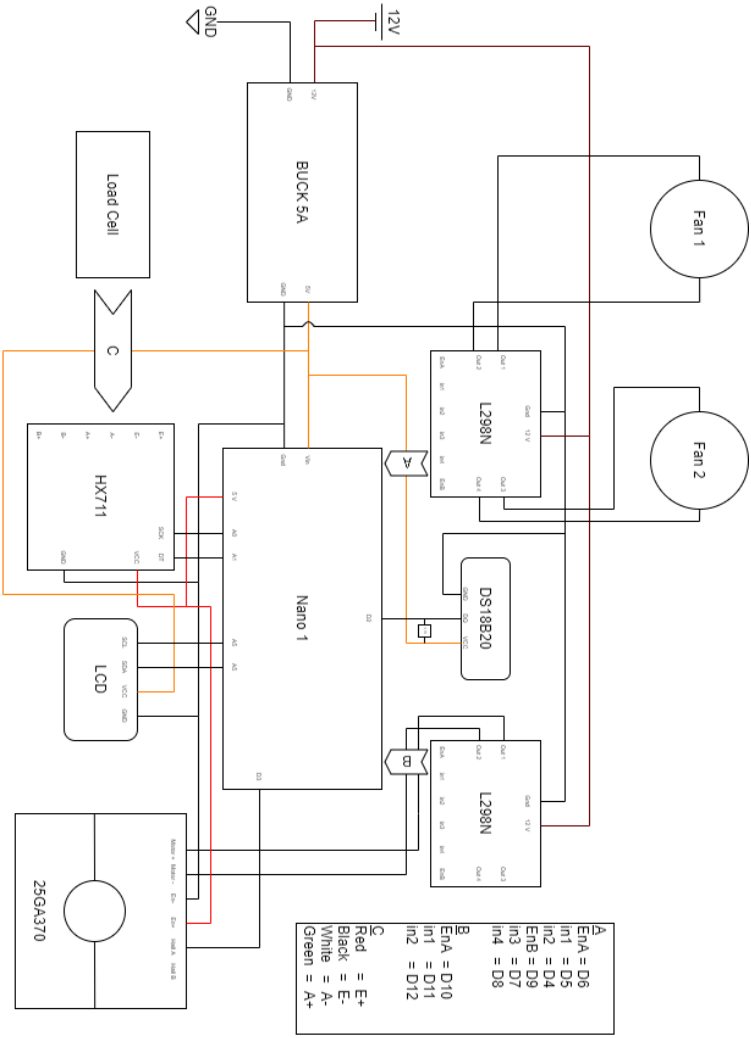
```
  servo.attach(6);
  pos = 95;
  servo.write(pos);

  sensors.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
}

void loop() {
    val1 = analogRead(analogPin1);  // read the input pin
    val2 = analogRead(analogPin2);
    patokan = abs(val1-val2);
    if(patokan<=75){
    servo.write(pos);
    }
    else if(patokan>75){
      if(val2>val1){
        arah = pos+10;
         for(int gerak = pos; gerak <= arah;gerak++){
          servo.write(gerak);
          delay(100);
          }
      }
      else {
        arah = pos -10;
        for(int gerak = pos; gerak >= arah;gerak--){
          servo.write(gerak);
          delay(100);
        }
      }
    pos = arah;
    }
  Serial.print("kiri = ");
  Serial.print(val1);
  Serial.println("");          // debug value
  Serial.print("kanan = ");
  Serial.print(val2);
  Serial.println("");
```

```
  Serial.print("selisih = ");
  Serial.print(patokan);
  Serial.println("");
    //suhu
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("T:");
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print(sensors.getTempCByIndex(0));

    //kanan
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("ka:");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print(val2);

    //kiri
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("|ki:");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(val1);

    //patokan
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print("|P:");
    lcd.setCursor(9,0);
    lcd.print(patokan);
    delay(15);
}
```

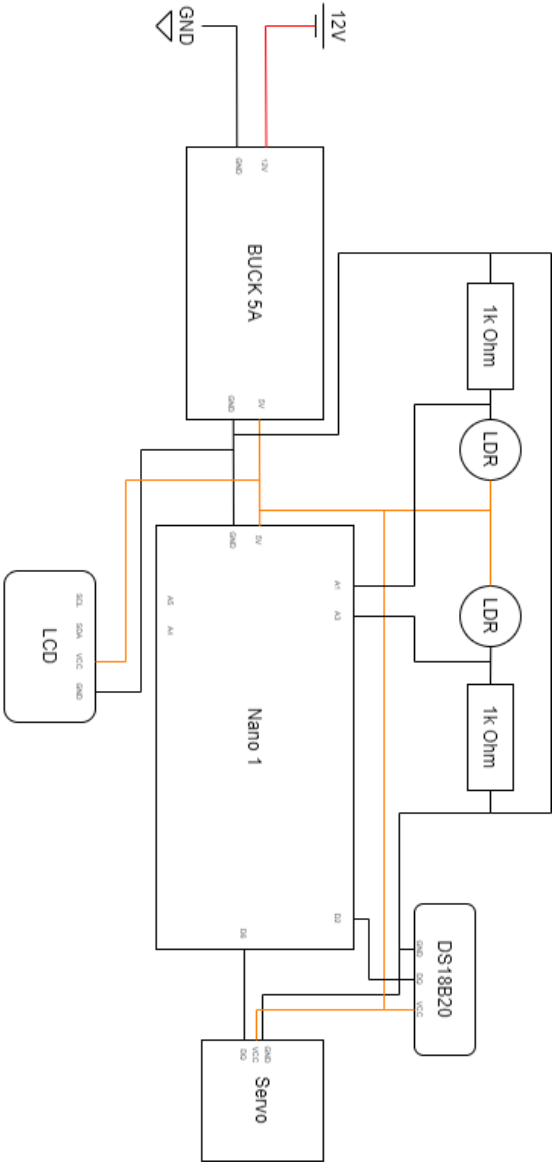
Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN C

Lampiran Skematik Rangkain dan Diagram Blok



Skematik Rangkaian Ruang Pengering dengan Timbangan Digital dan Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID



Skematik Rangkaian Pelacak Matahari

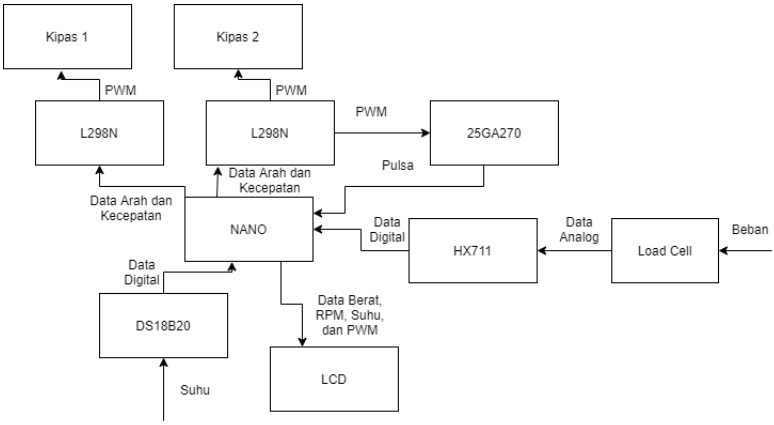


Diagram Blok Ruang Pengering dengan Timbangan Digital dan Pengatur Aliran Udara Berbasis Kontroler PID

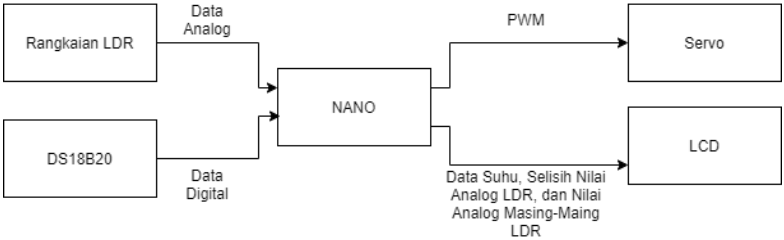


Diagram Blok Pelacak Matahari

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN D

Datasheet Komponen Elektronika

L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

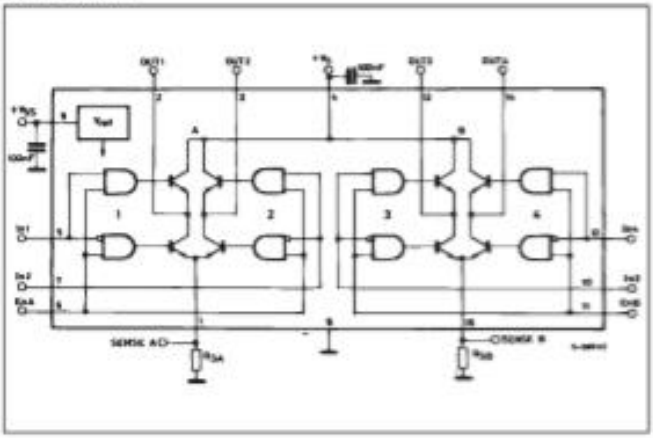
- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

ORDERING NUMBERS : L298N (Multiwatt Vert.)
L298HN (Multiwatt Horiz.)
L298P (PowerSO20)

DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM



January 2000 1/13

Datasheet L298N

PRELIMINARY

DALLAS SEMICONDUCTOR

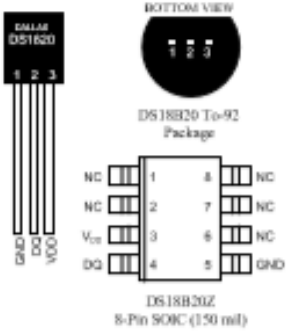
DS18B20
Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer

www.dallasnet.com

FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Zero standby power required
- Measures temperatures from -55°C to +125°C. Fahrenheit equivalent is -67°F to +257°F
- ±0.5°C accuracy from -10°C to +85°C
- Thermometer resolution is programmable from 9 to 12 bits
- Converts 12-bit temperature to digital word in 750 ms (max.)
- User-definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

GND - Ground
DQ - Data In/Out
V_{DD} - Power Supply Voltage
NC - No Connect

DESCRIPTION

The DS18B20 Digital Thermometer provides 9 to 12-bit (configurable) temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS18B20 over a 1-Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS18B20. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS18B20 contains a unique silicon serial number, multiple DS18B20s can exist on the same 1-Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control.

1 of 27 050400

Datasheet DS18B20

LAMPIRAN E
DOKUMENTASI TUGAS AKHIR

Merupakan realiasi keseluruhan sistem

Alat pelacak matahari membandingkan nilai LDR pada posisi kanan dan kiri berdasarkan intensitas yang di terimanya kemudian bergerak ke arah LDR dengan nilai terbesar

Gambar pengujian alat pada pukul 15.00

Gambar pengujian alat pada pukul 16.00

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS

Bagus Caesar Muharam lahir di Karawang pada tanggal 17 Mei 1998 merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 1 Puspanegara, dilanjutkan pendidikan tingkat menengah di SMPN 1 Cibinong , dan sekolah tingkat atas di SMAN 3 Bogor. Penulis memulai kehidupan perkuliahan pada tahun 2016 di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan dan organisasi baik di kampus maupun di luar kampus.

Email	: naisunice@gmail.com
Hp/WA	: 082123521084
Facebook	: Caesar Muharam