

**RANCANG BANGUN MEKANISME *OFF* MOTOR BENSIN
PENGGERAK POMPA IRIGASI *SPRINKLER* SECARA OTOMATIS
PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium Ascalonicum L.*) DI
KABUPATEN ENREKANG**

ROSALINDA

G041 17 1018



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**RANCANG BANGUN MEKANISME *OFF* MOTOR BENSIN
PENGGERAK POMPA IRIGASI *SPRINKLER* SECARA OTOMATIS
PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium Ascalonicum L.*) DI
KABUPATEN ENREKANG**

Rosalinda

G041 17 1018



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MEKANISME *OFF* MOTOR BENSIN PENGGERAK POMPA IRIGASI *SPRINKLER* SECARA OTOMATIS PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium Ascalonicum. L.*) DI KABUPATEN ENREKANG

Disusun dan diajukan oleh

ROSALINDA
G041 17 1018

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 07 April 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping



Muhammad Tahir Sapsal, S.TP., M.Si
NIP. 196840716 201212 1 002



Dr. Ir. Mahmud Achmad, M.P
NIP. 19700603 199403 1 003

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Jabal, S.TP., M.Si. IPM
NIP. 19781225 200212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rosalinda
NIM : G041 17 1018
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Rancang Bangun Mekanisme *Off Motor Bensin Penggerak Pompa Irigasi Sprinkler* secara Otomatis pada Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum L.*) di Kabupaten Enrekang adalah karya seni sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 04 April 2022

Yang Menyatakan



(Rosalinda)

ABSTRAK

ROSALINDA (G041 17 1018). Rancang Bangun Mekanisme *Off* Motor Bensin Penggerak Pompa Irigasi *Sprinkler* secara Otomatis pada Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L) di Kabupaten Enrekang. Pembimbing: MUHAMMAD TAHIR SAPSAL dan MAHMUD ACHMAD.

Rancangan sistem mekanisme *off* motor bensin penggerak pompa irigasi *sprinkler* secara otomatis pada tanaman bawang merah diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan dan pemberian air pada tanaman untuk dapat mencegah adanya kelebihan air yang dapat menyebabkan terjadinya pembusukan umbi pada tanaman bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk menekan pembusukan umbi akibat kelebihan air. Penelitian dilakukan dengan metode perancangan dan instalasi sistem kontrol mekanisme *off* di lapangan dan pengujian dengan observasi langsung. Hasil perancangan menunjukkan motor servo bergerak 180° untuk menggerakkan tuas gas motor bensin. Evaluasi sistem irigasi *sprinkler* yang dilakukan didapat nilai *coeffitien uniformity* (Cu) dengan interval 10, 20 dan 30 menit berturut-turut sebesar 83,15%, 84,12% dan 85,76%. Nilai Cu tersebut menunjukkan bahwa sistem irigasi *sprinkler* yang dibuat layak untuk digunakan. Sistem kontrol mekanisme *off* otomatis pada motor bensin berfungsi sesuai dengan *set point* yang diharapkan, dimana apabila nilai kadar air tanah $\geq 70\%$ maka motor servo akan menyala untuk menggerakkan tua gas motor bensin ke posisi *off* dan motor servo akan kembali ke posisi awal ketika kadar air tanah berada pada nilai $< 70\%$. Pengoperasian irigasi *springkler* membutuhkan 10-28 menit untuk mencapai *set point* dan dengan adanya sistem kontrol mekanisme *off* ini dapat menekan pembusukan umbi.

Kata kunci: Irigasi *sprinkler*, *Coeffitien uniformity*, Motor servo, Otomatis

ABSTRACT

ROSALINDA (G041 17 1018). Design and Build Mechanism of Automatic Gasoline Motor Driven Irrigation Sprinkler Pump on Shallot (*Allium Ascalonicum* L) Plant in Enrekang Regency. Supervisors: MUHAMMAD TAHIR SAPSAL and MAHMUD ACHMAD.

The design of the off-mechanical system of the gasoline motor driving the sprinkler irrigation pump automatically on shallot plants is expected to increase the efficiency of the use and provision of water to plants to prevent excess water which can cause rotting of bulbs in shallot plants. This study aims to suppress the rotting of tubers due to excess water. The research was conducted with the method of designing and installing an off mechanism control system in the field and testing by direct observation. The design results show the servo motor moves 180° to move the gas lever of the gasoline motor. The evaluation of the sprinkler irrigation system carried out the coefficient of uniformity (Cu) at intervals of 10, 20 and 30 minutes, respectively, of 83.15%, 84.12% and 85.76%. The Cu value indicates that the sprinkler irrigation system made is feasible to use. The automatic off mechanism control system on the gasoline motor functions according to the expected set point, where if the value of the soil moisture content is 70% then the servo motor will turn on to move the old gas motor gasoline to the off position and the servo motor will return to its initial position when the water content is low. land is at a value of <70%. The sprinkler irrigation operation takes 10-28 minutes to reach the set point and with a control system this off mechanism can suppress tuber rot

Keywords: *Sprinkler irrigation, Coefficient uniformity, Servo motor. Automatic*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa-doa serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **Saidin** dan Ibunda **Nadima** atas setiap doa tulus yang senantiasa dipanjatkan baik dalam sehat maupun sakit, nasehat, motivasi serta dukungan dan pengorbanan keringat yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil hingga sampai kepada tahap ini.
2. **Muhammad Tahir Sapsal, S.TP.,M.Si** dan **Dr. Ir. Mahmud Achmad,MP** selaku dosen pembimbing yang meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk, dan segala arahan yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
3. **Diyah Yumaina, S.TP.,M.Agr.,Ph.D** yang juga selaku dosen pembimbing akademik dan **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan mulai dari semester awal hingga akhir.
4. **Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan** berupa beasiswa **Bidikmisi** yang telah menopang baik dari segi finansial biaya pendidikan, biaya hidup maupun program pengembanaan diri yang telah diberikan.
5. **Kak Sukri Sekeluarga** yang berkenan mengizinkan penulis penelitian di lahan pertaniannya.
6. Teman-teman seperjuangan, **Amin Rais, Asfarliaksa Harun, Fedro lagha, Gunawan, Tono Hasrianto Jamri, Chairi Ni'ma, Nur Fadhilla** yang telah membantu penulis dalam penelitian **Ayusari, lala, Selawati, Musda, Khusnul** yang selalu memberi semangat dan juga dorongan dari awal perkuliahan serta penelitian.
7. **Kerabat Gear 2017** sebagai teman angkatan yang selalu mendukung dan membantu penulis sejak awal masuk kampus. Banyak kenangan yang telah teruntai.

Semoga segala kebaikan mereka akan berbalik ke mereka sendiri dan semoga Allah SWT. senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 04 Maret 2022

Rosalinda

RIWAYAT HIDUP



Rosalinda lahir di Pamolongan pada tanggal 28 Desember 1999, anak Sulung dari lima bersaudara pasangan bapak Saidin dan Ibu Nadima. Bertempat tinggal di Pamolongan, Desa Salassa, Kec Curio, Kab. Enrekang. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SD Negeri 148 Pamolongan, pada tahun 2005 sampai tahun 2011.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 1 Alla pada tahun 2011 sampai tahun 2014.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 1 Alla, pada tahun 2014 sampai tahun 2017
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2017 sampai tahun 2022.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai Pengurus di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA-UH) periode 2019-2020, pengurus di Himpunan Pelajar Mahasiswa Massenrempulu (HPMM) Kom. Unhas periode 2019-2020 Selain itu, penulis juga aktif menjadi Koordinator asisten pada beberapa matakuliah praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club (TSC)*.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Motor Bakar	3
2.2 Irigasi	4
2.3 Irigasi Curah (<i>Sprinkler Irrigation</i>)	5
2.4 Kadar Air Tanah	5
2.5 Evapotranspirasi	6
2.6 Infiltrasi	9
2.6.1 Tekstur dan Struktur	10
2.6.2 <i>Bulk density</i>	11
2.6.3 Vegetasi	11
2.6.4 Porositas tanah	11
2.6.5 Permeabilitas	11
2.7 Lengas Tanah	12
2.8 Koefisien Keseregaman	13
2.9 Spesifikasi Pompa	15

2.10	Tanaman Bawang Merah.....	15
2.10.1	Pengertian	15
2.10.2	Syarat Tumbuh	16
2.11	Sensor <i>Higrometer Soil Moisture</i> YL-69	17
2.12	Arduino.....	18
2.13	Kontrol.....	18
2.14	Motor Servo.....	20
3.	METODE PENELITIAN.....	23
3.1	Gambaran Lokasi Penelitian.....	23
3.1.1	Letak	23
3.1.2	Topografi	23
3.2	Waktu dan Tempat	24
3.3	Alat dan Bahan	24
3.4	Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1	Evaluasi Jaringan Irigasi	25
3.4.2	Merancang Sistem Sensor Kadar Air.....	26
3.4.3	Perancangan <i>Software</i>	27
3.4.4	Merancang Mekanisme <i>off</i> Motor.....	28
3.4.5	Uji Fungsional.....	28
3.4.6	Uji Kinerja	29
3.4.7	Data yang Digunakan.....	30
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	31
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Jaringan Irigasi <i>Sprinkler</i>	32
4.2	Kondisi Umum Lokasi	33
4.2.1	Sifat Fisik Tanah.....	33
4.2.2	Evapotranspirasi Tanaman.....	33
4.2.3	Curah Hujan Efektif.....	33
4.2.4	Kebutuhan Air Tanaman.....	34
4.2.5	Laju Infiltrasi	34
4.3	Evaluasi Jaringan Irigasi.....	35
4.3.1	Debit <i>Sprinkler</i>	35

4.3.2 Keseragaman Irigasi (<i>Coefficient of Uniformity</i>).....	35
4.4 Sistem Kontrol Mekanisme <i>Off</i> Motor Bakar	37
4.4.1 Hasil Rancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	37
4.4.2 Kalibrasi dan Validasi Sensor Kadar Air Tanah.....	38
4.5 Pengujian Kontrol Mekanisme <i>Off</i> Motor Bakar	40
4.6 Kinerja Sistem Kontrol Mekanisme <i>off</i> Motor Bensin pada Produktivitas Bawang Merah.....	42
5. PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Bagian-bagian dari komponen pembakaran motor sederhana	4
Gambar 2-2. Sensor <i>higrometer soil moisture</i> YL-69	17
Gambar 2-3. Sistem kontrol lup tertutup	20
Gambar 2-4. Sistem kontrol lup terbuka	20
Gambar 2-5. Sinyal PWM pada servo motor	21
Gambar 3-1. Peta lokasi penelitian	23
Gambar 3-2. Desain jaringan irigasi	25
Gambar 3-3. Gambaran umum sistem	26
Gambar 3-4. Diagram alir perancangan <i>software</i>	27
Gambar 3-5. Mekanisme <i>off</i> motor secara otomatis	28
Gambar 3-6. Diagram alir penelitian	31
Gambar 4-1. Pompa air irigasi <i>sprinkler</i>	32
Gambar 4-2. <i>Butterfly sprinkler</i>	32
Gambar 4-3. Perhitungan nilai evapotranspirasi tanaamn, curah hujan andalan, curah hujan efektif, satuan kebutuhan air (SKA) untuk setiap fase pertumbuhan tanaman bawang merah.....	34
Gambar 4-4. Grafik laju infiltrasi pada tanah lokasi penelitian	35
Gambar 4-5. Kontur 2 dimensi keseragaman pemberian air selama 10 menit	36
Gambar 4-6. Kontur 2 dimensi keseragaman pemberian air selama 20 menit	37
Gambar 4-7. Kontur 2 dimensi keseragaman pemberian air selama 30 menit	37
Gambar 4-8. Sisitem kontrol mekanisme <i>off</i> motor bakar hasil rancangan	38
Gambar 4-9. Hasil kalibrasi sensor kadar air	39
Gambar 4-10. Validasi sensor kadar air	40
Gambar 4-11. Respon sistem kontrol terhadap nilai kadar air tanah	40
Gambar 4-12. Grafik fluktuasi kadar air tanah pemberian air irigasi <i>sprinkler</i>	41
Gambar 4-13. Kinerja sistem kontrol mekanime <i>off</i> motor besi pada produktivitas bawang merah	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Hasil perhitungan kebutuhan volume air irigasi untuk budidaya bawang merah per 7,5 m ²	9
Tabel 2-2. Karakteristik data infiltrasi pengukuran lapang dianalisis dengan menggunakan persamaan horton, kostiakov dan philips	10
Tabel 2-3. Nilai lengas untuk berbagai jenis tanah	12
Tabel 2-4. Jarak <i>nozzle</i> maksimal berdasarkan kecepatan angin	13
Tabel 2-5. Spesifikasi sensor <i>higrometer soil moisture</i> Y1-69.....	17
Tabel 3-1. Spesifikasi dari irigasi <i>sprinkler</i>	25
Tabel 4-1. Koefisien keseragaman irigasi <i>sprinkler</i>	36
Tabel 4-2 Validasi sensor ladar air tanah.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengujian sifat fisik tanah	46
Lampiran 2. Perhitungan nilai evapotranspirasi tanaman bawang merah dan satuan kebutuhan air irigasi.....	47
Lampiran 3. Hasil perhitungan curah hujan efektif	48
Lampiran 4. Hasil perhitungan laju infiltrasi dengan metode horton	49
Lampiran 5. Perhitungan.....	50
Lampiran 6. Validasi sensor kadar air.....	52
Lampiran 7. Perhitungan torsi tuas gas	53
Lampiran 8. Dokumentasi penelitian	54

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Enrekang dalam sektor pertanian banyak mengaplikasikan irigasi *sprinkler* sebagai alat untuk mengairi lahan pertanian, khususnya tanaman hortikultura. Irigasi *sprinkler* digunakan karena mampu menghemat penggunaan air dan cocok diterapkan di lahan kering dan bertopografi miring. Irigasi *sprinkler* mampu menghemat air dan keseragaman irigasi lebih dari 80%. Irigasi *sprinkler* dapat diterapkan baik dilahan datar maupun dilahan yang bergelombang (Tusi & Lanya, 2016).

Kendala yang sering dihadapi para petani dalam penerapan irigasi *sprinkler* ini yaitu tanaman seringkali mengalami pembusukan pada akar dan umbi dikarenakan adanya proses pemberian air yang berlebihan. Lamanya pemberian air dilakukan dengan cara memasukkan jari tangan untuk mengetahui kondisi tanah serta pengoperasian irigasi *sprinkler* rata-rata 30 menit. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Khairiah (2016) menyatakan bahwa irigasi *sprinkler* dalam proses pengaplikasiannya di lokasi Kabupaten Enrekang tidak efisien karena laju aplikasi irigasi *sprinkler* lebih besar daripada laju infiltrasi (3,64/2,4 cm/jam).

Tanaman hortikultura yang sering dibudidayakan di Kab Enrekang adalah tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum L.*). Tanaman ini merupakan tanaman umbi-umbian yang sangat sensitif terhadap kelebihan dan kekurangan air. Hal ini terlihat jelas dari sebagian besar bawang merah yang mengalami pembusukan umbi akibat kelebihan air. Tanaman bawang merah dalam proses pertumbuhannya harus dilakukan proses pemberian air tambahan berupa irigasi yang efisien karena tanaman bawang merah mudah mengalami kehilangan kelembapan dari lapisan atas tanah karena memiliki sistem perakaran yang dangkal. Pada kondisi kebutuhan air 75% Etc tanaman bawang merah mengalami proses peningkatan dari 6% sampai 13% (Arifin, 2019). Kebutuhan air mulai dari awal masa tanam hingga masa panen mengalami peningkatan berkisar antara 0,78 mm/hari-2,26 mm/hari dikarenakan kebutuhan air tanaman sejalan dengan pertumbuhan tinggi tanaman, penambahan jumlah daun dan jumlah umbi (Astari, 2019).

Jumlah air yang dibutuhkan dalam proses penyiraman sangat dipengaruhi oleh kelembapan tanah, selain dari kebutuhan air tanaman waktu yang diperlukan dalam proses penyiraman juga hal yang sangat penting dan lama pemberian air harus disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman oleh sebab itu diperlukan sistem pengontrolan yang dapat mengontrol proses penyiraman sehingga air yang ada dalam tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman dan dari proses pengontrolan tersebut dilakukan secara terjadwal. Dalam proses pengendalian digunakan sensor yang dapat mengukur kelembapan tanah salah satunya yaitu sensor *soil moisture* yang dapat membaca kelembapan di daerah sekitarnya dengan menggunakan dua elektroda pada sensor.

Dalam penelitian ini operasi air irigasi *sprinkler* dilakukan dengan menggunakan metode *off* secara otomatis dengan pengendalian yang dilakukan oleh *mikrokontroler*, kemudian memerintahkan aktuator untuk mematikan motor bensin. Sensor digunakan sebagai acuan dalam pembacaan kadar air dalam tanah untuk mengetahui lamanya pemberian air pada tanaman.

1.2 Batasan Masalah

Proses penelitian ini memiliki batasan-batas masalah dalam proses pelaksanaannya, adapun batasan-batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mekanisme kontrol yang digunakan adalah mekanisme mematikan motor bensin secara otomatis
2. Tanaman bawang merah sebagai objek untuk pengujian rancangan mekanisme *off*.
3. Pengontrolan mekanisme *off* dilakukan pada luas lahan 15x10 meter.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat mekanisme *off* motor bensin secara otomatis pada tanaman bawang merah di Kabupaten Enrekang untuk menekan pembusukan umbi akibat kelebihan air.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi bagi masyarakat mengenai penggunaan sistem kontrol irigasi *sprinkler* dan kebutuhan air optimal bagi pertumbuhan tanaman bawang merah untuk hasil yang maksimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Bakar

Motor bakar terdiri dari beberapa jenis yaitu motor bakar diesel dan motor bakar bensin. Motor bakar yang sering digunakan dalam proses pemompaan air yaitu motor bensin. Pembakaran dalam (*internal combustion engine*) termasuk didalamnya adalah motor bensin (Yusron et al., 2005).

Motor pembakaran dalam berproses didalam motor itu sendiri, sehingga panas yang dihasilkan dapat digunakan secara langsung dengan mengubah panas tersebut menjadi tenaga mekanik misalnya pada motor bakar torak dan turbin gas. Motor pembakaran dalam terdiri dari dua macam yaitu motor 4 langka (4 tak) dimana siklus kerjanya terdiri dari 4 langlah yaitu langka hisap, tekan, usaha, dan buang yang diselesaikan dalam dua putaran *crankshaft* sedangkan motor bakar 2 tak dalam proses pengoperasian dilakukan dengan cara 1 kali gerakan naik dan 1 kali gerakan turun yang terjadi pada piston sehingga pada motor 2 tak hanya memerlukan satu putaran saja (Purwanto, 2009).

Motor bakar bensin menghasilkan tenaga yang berasal dari proses pembakaran yang terjadi dengan cara pencampuran bahan bakar dengan udara yang berlangsung dalam silinder dan akan menghasilkan energi pada motor bakar bensin, dari hasil campuran tersebut akan dinyalakan menggunakan loncatan api yang telah terkompresi oleh torak di dalam silinder dari hasil pembakaran tersebut akan menghasilkan volume suhu dan tekanan gas yang tinggi yang menyebabkan terdorongnya torak melalui rangkaian mekanis dan pada akhirnya memutar turbin dan menyedot air. Bekas dari pembakaran tersebut akan dibuang melalui saluran pembuangan sebagai limbah (Yusron et al., 2005).

Knocking terjadi ketika motor bakar proses pembakaran berjalan secara tidak normal yang menyebabkan ketukan mesin. Pencetusan local pada bagian-bagian tertentu campuran bensin dan udara di ruang bakar. Hal tersebut dapat menyebabkan kehilangan daya, pemborosan bahan bakar dan dapat mengakibatkan kerusakan pada mesin (Yusron et al., 2005).

Selang bensin, tangki bensin dan karburator merupakan komponen yang ada pada sistem pembakaran motor sederhana. Berikut ini komponen-komponen sistem dari bahan bakar.



Gambar 2-1. Bagian-bagian dari Komponen pembakaran motor sederhana.

Pada bagian tangki bensin terdapat alat yang digunakan untuk mengukur tinggi bensin dan pada motor bakar jenis ini terdapat kran bensin. Ketika kran bensin terbuka maka bensin akan mengalir ke karburator, tetapi sebelum di alirkan bensin akan di saring agar kotoran tidak masuk kedalam karburator.

2.2 Irigasi

Pemberian air ke tanaman disebut dengan irigasi. Pemberian tersebut dilakukan ketika terjadi kekurangan air yang dilakukan secara sistematis terhadap tanaman yang diolah. Tujuan dari irigasi secara umum yaitu untuk menyediakan perlindungan terhadap tanaman dari kekeringan serta dapat menurunkan suhu tanah dan atmosfer di lingkungan sekitarnya agar tanaman menjadi nyaman dan peningkatan pertumbuhan tanaman yang optimum dengan cara penambahan air ketika kurangnya air dari air hujan (Saptomo et al., 2013).

Penambahan air irigasi diharapkan dapat memenuhi kondisi frekuensi kelembaban tanah (pF) antara titik layu permanen (4,2) dan kapasitas lapang (2,54). Jika keadaan acuan kelembaban tanah adalah 4,2 maka tanaman tidak dapat lagi menyerap air dari tanah, penempatan yang terus menerus akan menyebabkan tanaman menjadi layu, dan bila pF dibawah 2 akan terjadi genangan dan rembesan. (Saptomo et al., 2013).

Menurut Saptomo et al (2013), menyatakan bahwa dalam proses pemberian air dengan metode irigasi terdapat beberapa macam seperti irigasi tetes, irigasi bawah permukaan, irigasi atas permukaan, irigasi tetes, irigasi curah serta terdapat perkembangan irigasi yaitu terdapat irigasi kendi.

2.3 Irigasi Curah (*Sprinkler Irrigation*)

Irigasi curah atau *sprinkler irrigation* adalah proses pemberian air yang dilakukan dari atas tanaman dengan memanfaatkan tenaga penggerak pompa air dengan tekanan yang besar untuk menghasilkan sebuah pancaran air. Prinsip kerja dari irigasi ini adalah memberikan tekanan yang dihasilkan dari pompa air masuk kedalam pipa irigasi yang akan akan menghasilkan pancaran air menyerupai air hujan dan jatuh ke permukaan tanah. Irigasi ini disebut juga sebagai *overhead irrigatiaon* karena pemberian air dilakukan dari bagian atas tanaman terpancar menyerupai curah hujan (Satriyo Yoga Wahyudi, Eko Noerhayati, 2014).

Irigasi *sprinkler* memiliki bagian-bagian penyusun yaitu sumber air irigasi dapat berupa sungai atau kolam tampungan, tenaga penggerak berupa pompa air, jaringan perpipaan dan *sprinkler (nozzle)*. Kinerja irigasi curah dapat diukur dengan seberapa baik dalam proses pemberian air pada lahan tersebut. Indikator baik tidaknya suatu jaringan irigasi *sprinkler* dapat dilihat dari jarak antara pipa lateral, debit *nozzle*, kecepatan angin, pola penyebaran dan keseragaman, jarak *sprinkler* pada lateral (Saptomo et al., 2013).

2.4 Kadar Air Tanah

Proses perbandingan antara berat total pada tanah dengan berat air yang ada dalam tanah merupakan pengertian dari kadar air yang dinyatakan dalam bentuk persentasi. Tanah terdiri dari beberapa fasa yaitu cair, padat, dan gas. Air tanah yang berada dalam tanah dan mengisi ruang ruang kosong antar padatan disebut fasa cair. Gaya adhesi, kohesi dan gravitasi mempengaruhi daya tahan dan meresapnya air kedalam tanah (Irfan, 2011).

Terdapat beberapa jenis pori tanah yaitu pori kasar dan pori halus. Air kapiler dan udara merupakan bagian dari pori halus sedangkan pori kasar terdiri dari udara

ataupun air gravitasi. Kandungan air tanah yaitu persentasi air yang terkandung dalam tanah berdasarkan berat kering mutlak pada tanah (Khairiah, 2016).

Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan cara pengovenan pada suhu 105°C selama 24 jam. Cara ini biasanya disebut dengan metode gravimetric dimana sejumlah tanah yang basah dikeringkan. Air yang hilang selama pengeringan merupakan air yang berasal dari tanah yang basah. Ada beberapa cara yang dilakukan dalam menghitung kadar air yaitu dengan metode gravimetri, tensiometri, pembaruan neuron dan tahanan listrik. Persamaan metode gravimetri yang menyatakan besaran jumlah air yang ada dalam tanah dapat dituliskan sebagai berikut (Irfan, 2011):

$$\text{kadar air} = \frac{(x-y)}{y} \times 100 \quad (1)$$

(kadar air basis kering)

keterangan:

x = bobot contoh tanah (g)

y = bobot contoh tanah yang telah dikeringkan di dalam oven (g)

Penyediaan air bagi tanaman terdapat dua fungsi yang saling berkaitan yaitu memperoleh air dalam tanah dan pengairan air yang disimpan ke akar-akar tanaman. Kemampuan dari tanah untuk menyerap air cepat dan meneruskan air yang diterima di permukaan tanah menjadi faktor banyaknya jumlah air yang diperoleh tanah. Akan tetapi ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi jumlah air dalam tanah seperti curah hujan yang terjadi baik tahunan maupun sepanjang tahun (Rizal, 2012).

2.5 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi terdiri dari dua proses yaitu proses evaporasi dan transpirasi. Proses evaporasi merupakan proses dimana sejumlah air mengalami perubahan zat dari cair ke gas yang berasal dari tanah maupun pada air yang terbuka sedangkan transpirasi merupakan proses perubahan zat dari air ke gas yang berasal dari tanaman menuju atmosfer dalam bentuk uap air. Sehingga evapotranspirasi dapat diartikan menjadi sejumlah air yang mengalami proses penguapan dalam bentuk uap air ketika dalam kondisi kelengasan tanah alami dari tanah maupun tanaman (Wati, 2015).

Banyaknya air yang mengalami proses perubahan zat cair ke gas dari permukaan air per satuan luas dan satuan waktu dengan atmosfer tertentu merupakan pengertian dari evaporasi potensial sedangkan laju evaporasi adalah massa atau volume cairan yang menguap persatuan luas area dalam satuan waktu atau jumlah air yang menguap dari satuan luasan permukaan per satuan luas, biasanya sama dengan tinggi air yang menguap dalam satuan milimeter. Alat pengukuran yang digunakan memiliki akurasi pengukuran evaporasi antara 0,1-0,01 mm/hari (Wati, 2015).

Nilai evaporasi dapat diperoleh dengan cara pengukuran dan pendugaan. Metode pendugaan dapat dilakukan ketika data iklim di daerah tersebut tersedia. Ada berbagai metode yang digunakan yaitu metode Blanney-Criddle, Radiasi, Panman dan metode Panci. FAO merekomendasikan metode panman monteith jika terdapat data iklim yang tersedia (jam penyinaran rerata harian, suhu rerata udara harian, kecepatan angin rerata harian dan kelembaban relatif rerata harian). Selain dari pada itu dalam proses pengukuran juga dibutuhkan data letak geografis dan elevasi lahan di atas permukaan laut (Hartanti, 2010).

Menurut (Fauziah et al., 2016) penentuan evapotranspirasi merupakan rumus empirik untuk penentuan kebutuhan air tanaman, berikut rumus dari penentuan evapotranspirasi:

$$ET_c = k_c \cdot ET_o \quad (2)$$

Keterangan:

ET_c = Evapotranspirasi tanaman tertentu (mm/hari)

ET_o = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

K_c = Koefisien bawang merah.

Metode Panman-Monteith merupakan metode yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi (ET_o) harian yang merupakan persamaan yang di anjurkan oleh FAO sebagai berikut (Astari, 2019):

$$ET_o = \frac{0.408(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (3)$$

Keterangan:

ET_o = evapotranspirasi acuan (mm/hari)

R_n = radiasi yang diterima permukaan tanah (Mj/m^2 hari)

- G = fluk panas tanah (Mj/m² hari)
 T = suhu udara pada ketinggian 2 m (°C)
 u₂ = kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/det)
 e_s = tekanan uap jenuh (kPa)
 e_a = tekanan uap actual (kPa)
 Δ = kemiringan kurva tekanan uap (kPa/°C)
 γ = konstanta psychometric (kPa/°C)

konstanta psikometrik (γ) diperoleh dari perhitungan dengan persamaan:

$$\gamma = 0,665 \times 10^{-3} P \quad (4)$$

dengan:

$$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065}{293} \right)^{5,26} \quad (5)$$

Nilai suhu dan kelembapan merupakan nilai yang digunakan dalam proses penentuan tekanan uap air actual (e_a). Tekanan uap air jenuh (e_s), dan gradien tekanan uap air (Δ) dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,16 \exp \left(\frac{17,27 T}{T+237,3} \right) \right]}{(T+237,3)^2} \quad (6)$$

$$e_s = \frac{e^0(T \text{ maks}) + e^0(T \text{ min})}{2} \quad (7)$$

$$e_a = \frac{e^0(T \text{ maks}) \frac{RH_{maks}}{100} + e^0(T \text{ min}) \frac{RH_{min}}{100}}{2} \quad (8)$$

Dengan

$$e^0(T) = 0,610 \exp \left[\frac{17,27 T}{T+237,3} \right] \quad (9)$$

Kebutuhan air tanaman didapatkan dari proses perhitungan yang berpatokan pada nilai koefisien tanaman (k_c) bawang merah pada beberapa fase pertumbuhan. Dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2-1. Hasil perhitungan kebutuhan volume air irigasi untuk budidaya bawang merah per 7.5 m²

Komponen	1-2	3-5	6-8	9-10	11-13
	MST				
	Awal	Vegetatif	Pembungaan	Pembuahan	Pemasakan
Kc bawang merah	0,60	0,80	1,10	0,90	0,85
ET _o (mm/hari)	4,20	4,20	3,38	3,38	3,00
ET _c (mm/hari)	2,52	3,36	3,71	3,04	2,55
Efisiensi <i>sprinkler</i>	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Irigasi per petak (L/hari)	25,20	33,60	37,13	30,38	25,50
Irigasi per petak (L/setengah hari)	12,60	16,80	18,56	15,19	12,75

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Sumber: (Fauziah et al., 2016)

2.6 Infiltrasi

Proses masuknya air kedalam tanah disebut infiltrasi sedangkan kapasitas infiltrasi adalah penurunan maksimal gerakan air yang menuju ke dalam tanah. Hujan merupakan salah satu faktor terjadinya kapasitas infiltrasi yang turun ke permukaan bumi melebihi kemampuan tanah dalam hal menyerap air. Sebaliknya ketika kapasitas lapang lebih besar dari intensitas hujan yang jatuh pada permukaan bumi maka laju infiltrasi sama dengan laju curah hujan. Laju infiltrasi biasanya dinyatakan dalam satuan intensitas curah hujan yaitu mm/jam (milimeter per jam) (Khairiah, 2016).

Menurut (Khairiah, 2016), laju infiltrasi adalah proses masuknya air kedalam tanah dalam satuan periode waktu dan ketika laju infiltrasi tetap berjalan maka akan terjadi laju perkolasi. Proses infiltrasi sangat dipengaruhi oleh waktu.

Laju infiltrasi dapat diklasifikasikan berdasarkan kriteria kohnke (1968 dalam (Khairiah, 2016)) yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2-2. Karakteristik data infiltrasi pengukuran lapang dianalisis dengan menggunakan persamaan Horton, Kostiakov dan Philips.

Kelas	Infiltrasi (mm/jam)
Sangat lambat	<1
Lambat	1-5
Agak lambat	5-20
Sedang	20-65
Agak cepat	65-125
Cepat	125-250
Sangat cepat	>250

Sumber : Kohnke, (1968 dalam (Khairiah, 2016)).

Adapun faktor-faktor yang dapat menyebabkan infiltrasi yaitu kapasitas penampungan, bentuk-bentuk permukaan tanah serta pemindahan lapisan tanah. Sifat fisik tanah termasuk permeabilitas, kadar air, struktur dan tekstur merupakan faktor yang sangat mempengaruhi besarnya infiltrasi yang terjadi pada lapisan tanah (Khairiah, 2016).

2.6.1 Tekstur dan Struktur

Sifat fisik tanah sangat erat kaitannya dengan tekstur dan struktur tanah yang menentukan proporsi dari pori makro dan pori mikro. Tanah liat mempunyai kapasitas infiltrasi yang rendah dibandingkan dengan tanah remah. Kandungan liat dalam tanah merupakan kriteria yang sangat penting karena mempunyai kemampuan menahan air. Laju infiltrasi semakin kecil ketika kandungan liat yang ada pada tanah tinggi karena tingginya liat pada tanah mengalami *suspense* oleh butiran-butiran hujan yang mengenai tanah dan tersumbatnya pori-pori lapisan permukaan oleh butiran-butiran liat.

Salah satu hal yang berperan penting baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses pertumbuhan adalah struktur tanah. Kondisi tanah yang padat membuat air sulit menembus tanah, sedangkan tanah dengan struktur detrital memudahkan air menembus tanah sehingga memungkinkan pertumbuhan akar tanaman yang baik. Kerentanan tanah terhadap retensi air dipengaruhi oleh kapasitas infiltrasi dan ukuran partikel tanah. Tanah yang mudah terdispersi oleh air adalah tanah dengan agregat yang lebih lemah, kapasitas infiltrasi yang lebih

kecil ke ukuran partikel tanah yang halus, dan rentan terhadap erosi atau sangat erosif.

2.6.2 Bulk density

Kepadatan tanah adalah perbandingan berat agregat tanah dengan volumenya, yang dapat dinyatakan dalam satuan g/cm^3 . Pengerdilan akar disebabkan oleh kondisi tanah yang padat sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman. Perubahan ruang pori dan struktur tanah dapat menyebabkan bervariasinya kerapatan tanah. Akar tanaman lebih mungkin berkembang di tanah dengan kerapatan rendah, dan kerusakan akar tanaman disebabkan oleh berat tanah yang sulit diinfiltrasi.

2.6.3 Vegetasi

Pematahan energi kinetik dari pukulan secara langsung oleh air dapat digunakan vegetasi agar dapat melindungi tanah. Peningkatan tingkat infiltrasi tanah disebabkan dengan adanya serasah yang dijatuhkan yang akan membentuk tanah humus. Semakin banyaknya vegetasi maka semakin besarnya peluang untuk terjadinya infiltrasi.

2.6.4 Porositas tanah

Volume pori atau porositas yaitu persentasi volume tanah yang tidak terisi bahan padat. Porositas akan menentukan seberapa besar air infiltrasi yang akan tertampung dalam tanah, juga menahan terhadap aliran. Porositas yang tinggi akan menyebabkan semakin besarnya kapasitas dalam hal menampung air. Kondisi kapasitas lapang merupakan kondisi yang menyebabkan proses infiltrasi meningkatkan kadar air dalam tanah, dimana kadar air tanah maksimum partikel tanah terhadap gravitasi bumi. *Soil moisture deficiency* merupakan persentase air yang dibutuhkan dalam mencapai kondisi kapasitas lapang.

2.6.5 Permeabilitas

Drainase yang sempurna dan permeabilitas yang tidak mudah mengalami disperse yang disebabkan oleh air hujan adalah tanah dengan kondisi mantap. Drainase mempengaruhi baik buruknya pertukaran udara sedangkan permeabilitas mempengaruhi besar kecilnya daya air untuk mengerosi tanah. Aliran permukaan rendah terjadi ketika permeabilitas besar, kapasitas infiltrasi besar dan lapisan kedap yang dalam, oleh sebab itu kapasitas dan permeabilitas tanah mempengaruhi

aliran permukaan sedangkan aliran permukaan menjadi tinggi disebabkan karena tanah yang memiliki tekstur halus sehingga penyerapan air semakin lambat.

2.7 Lengas Tanah

Produksi tanaman sangat dipengaruhi oleh lengas tanah. Lengas tanah harus tersedia untuk menggantikan kehilangan air tanaman akibat terjadinya proses evapotranspirasi selama pertumbuhan tanaman. Lengas tanah dapat diukur dengan memperhatikan titik layu permanen dan kapasitas lapang.

Klasifikasi lengas tanah dari beberapa jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2-3 berikut.

Tabel 2-3. Nilai kelembapan tanah dari berbagai tanah.

Tekstur tanah	Berat kering tanah		
	Kapasitas lapang (%)	Titik layu (%)	Air tersedia (%)
Lempung liat	18	10	8
Lempung liat bernalau	24	15	9
Pasir	5	2	3
Lempung liat berpasir	12	5	7
Gambut	140	75	65
Lempung	40	24	16
Lempung liat keras	30	19	11

Sumber: Pairunan, 2007 dalam Rizal, 2012

Pada dasarnya, jumlah air yang berada pada pori-pori tanah disebut dengan kadar lengas tanah. Pertumbuhan tanaman membutuhkan air yang sebagian besar didapatkan dari air dan kebutuhan tersebut berbeda-beda pada setiap fase pertumbuhannya oleh sebab itu perlu adanya pemahaman mengenai lengas tanah karena serapan hara dan pernafasan akar-akar tanaman dapat dikontrol melalui pengaturan lengas tanah. Dengan adanya pengontrolan pada lengas tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Berdasarkan pemahaman tersebut ketika lengas tanah kurang maka dilakukan proses pemberian air melalui irigasi untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Tetapannya kelembapan tanah adalah banyaknya air yang ada dalam tanah dalam suatu keadaan tertentu

dan kapasitas menahan airnya ditentukan dari tetapan kelembapan tanah (Tuasikal, 2020).

Menurut Sabtomo at al (2013) untuk mengisi kondisi pF (retensi lengas tanah) maka dilakukan penambahan kekurangan air melalui irigasi. Nilai yang diharapkan antara 2,54 (kapasitas lapang) sampai dengan 4,2 (titik layu permanen). Tanaman tidak mengalami proses penyerapan air ketika sudah sampai pada kondisi tanah lebih besar dari 4,2 dan tanaman akan mengalami layu apabila kondisi tersebut tetap di biarkan. Ketika pF dibawah 2 pada saat pemberian air maka hal yang terjadi adalah mengakibatkan genangan dan perkolasi pada lahan tanam.

Pada setiap fase pertumbuhan tanaman penentuan kebutuhan air tanaman menentukan operasi pemberian air pada irigasi dan pemberian air tersebut dilakukan pada kondisi tanah pada zona perakaran tersisa 25%. Proses evapotranspirasi akan menyebabkan kelembapan tanah berkurang setiap saat. Tanaman akan mulai layu dan mecapai titik layu permanen pada kelembapan tanah tertentu. Kelembapan atau jumlah air yang tersedia merupakan selisih antara kapasitas lapang dan titik layu permanen. Perhitungan pada tingkat tanah 75% yang ada pada zona perakaran dan dibagi dengan evaporasi tanaman setiap harinya merupakan perhitungan dari interval pemberian air (Tuasikal, 2020).

2.8 Koefisien Keseregaman

Penentuan diameter curahan air, tekanan nozzle dan kapasitasdebit *nozzle* digunakan untuk pemilihan jarak nozzle. Curahan air di bawah kondisi kecepatan angin merupakan penentuan jarak nozzle maksimal yang dapat dilihat pada tabel 2-4 berikut:

Tabel 2-4. Jarak *nozzle* maksimal berdasarkan kecepatan angin

Kecepatan angin (km/jam)	Jarak nozel dalam persen diameter curahan air	
	Pada lateral	Pada <i>manifold</i>
0	50	65
6	45	60
7-12	40	50
13	30	30

Sumber: Phocaides (2007) dalam (Tusi & Lanya, 2016)

Penggunaan metode *overlapping* merupakan rekomendasi dari Phocaidas konsultan FAO. Rekomendasi tersebut didapatkan keseragaman irigasi dengan nilai yang baik. 65% standar dari jarak sprinkler (S_e) pada diameter curahan *sprinkler* dari diameter curahan *sprinkler* dengan kondisi kecepatan angin dalam keadaan rata-rata (moderate) sampai pada kecepatan angin rendah dengan penggunaan metode *square* dan *rectangular*.

Efisiensi irigasi sangat dipengaruhi oleh derajat keseragaman terutama pada distribusi penyebaran air. CU (koefisien keseragaman) merupakan derajat keseragaman distribusi penyebaran air dalam perhitungan derajat keseragaman irigasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode *The cristiansen uniformity coefficient* dengan formula sebagai berikut:

$$CU=100. \left(1 - \frac{\sum |v_i - \bar{v}|}{\sum v_i} \right) \quad (10)$$

Keterangan:

CU = koefisien keseragaman (%)

V_i = pengukuran air dari area *overlapping* (ml)

\bar{V} = rata-rata dari pengukuran pada area *overlapping* (ml)

n = banyaknya *sprinkler* yang di *overlapping* pada suatu area

i = 1,2,3,...,n

$\sum |v_i - \bar{v}|$ = jumlah deviasi absolut dari rata-rata pengukuran (ml).

Nilai CU lebih dari 85% masuk dalam kategori baik dalam suatu perencanaan sistem irigasi curah. Tingginya nilai keseragaman pada irigasi *sprinkler* dapat membantu dalam hal upaya pelestarian lingkungan dalam penghematan air (konservasi air) pada setiap rancangan irigasi mikro (seperti tetes dan *sprinkler*)

Menurut ASEA dalam Tuasikal (2020), tingkat keseragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sangat baik nilai CU (94-100%)
- b. Baik nilai CU (81-87%)
- c. Cukup baik nilai CU (68-75%)
- d. Kurang bagus nilai CU (56-62%)
- e. Tidak layak nilai CU (<50%)

Kondisi angin sangat mempengaruhi nilai keseragaman air dari irigasi *sprinkler*. Penurunan keseragaman penyebaran air disebabkan karena semakin tinggi kecepatan angin.

2.9 Spesifikasi Pompa

Pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan memanfaatkan tegangan. Perbedaan tekanan hisap dan tekanan merupakan cara pompa dalam beroperasi (Lubis et al., 2019).

Mesin pompa air dilengkapi dengan pully yang merupakan elemen transmisi atau proses penyambungan tenaga dari poros satu ke poros lainnya dengan menggunakan sabuk. Sistem pully dengan sabuk terdiri dari dua pully yang dihubungkan dengan sabuk. Dengan adanya hubungan tersebut akan memungkinkan terjadinya pemindahan daya torsi dan kecepatan bahkan ketika pully pada mesin memiliki diameter yang berbeda dapat meningkatkan dalam pekerjaan untuk pemindahan bahan yang berat (Yana et al., 2017).

Sentrifugal dan turbin merupakan salah satu jenis pompa yang sering digunakan dalam pengoperasian irigasi *sprinkler*. Ketika debit yang digunakan dalam pengoperasian irigasi relatif tinggi dan tekanan yang tinggi jenis pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal apabila pada pengoperasian irigasi debit dan tekanan yang dibutuhkan itu tidak terlalu tinggi (relatif kecil) maka jenis pompa yang digunakan adalah pompa turbin.

2.10 Tanaman Bawang Merah

2.10.1 Pengertian

Bawang Merah (*Allium Ascalonicum L*) Family *Lilyceae* yang berasal dari Asia Tengah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sering digunakan sebagai penyedap masakan. Bawang merah merupakan tanaman umbi-umbian yang berlapis dan tanaman semusim. Daun yang berbentuk silinder berongga dan mempunyai akar serabut. Pembentukan umbi pada tanaman bawang merah terjadi karena adanya proses penyatuan pangkal daun dan membentuk batang yang berubah bentuk dan fungsi yang semakin besar dan yang akan terbentuk batang dan berubah bentuk dan fungsi yang semakin besar dan terbentuk menjadi umbi

berlapis. Terbentuknya umbi lapis tersebut karena adanya lapisan-lapisan daun yang terbentuk dan bersatu. Kentang atau talas berbeda dari bawang merah, bawang merah merupakan umbi yang tidak sejati (Tabuni, 2017).

Morfologi fisik pada tanaman bawang merah yaitu biji, akar, bunga, buah, daun dan batang. Bawang merah memiliki akar serabut dengan kedalaman antara 15-20 cm dalam tanah dengan diameter 2-5 mm, sistem perakaran yang dangkal dan bercabang terpencar. Tanah yang disukai oleh tanaman bawang merah untuk tumbuh adalah tanah yang airnya tidak menggenang dan cukup lembab. Tetapi ketika tanaman bawang merah tumbuh pada tanah yang banyak air menyebabkan penyakit busuk. Tanaman bawang merah dapat tumbuh pada setiap jenis tanah dan menyukai tanah yang lempung berpasir (Simanungkalit, 2018).

Kedalaman akar tanaman dapat digunakan dalam mengamati kedalaman efektif, banyaknya jenis perakaran baik akar kasar maupun akar halus, pengamatan harus baik pada kedalaman akar menembus tanah. Klasifikasi dari kedalaman tanah dapat dibagi menjadi beberapa kelas yaitu sangat dangkal <20 cm, dangkal 20-50 cm, sedang 50-75 cm dan dalam >75 cm (Simanungkalit, 2018).

Klasifikasi bawang merah sebagai berikut (Larasati, 2018) :

Divisi : *Spermatophyta*
Kingdom : *Plantae*
Spesies : *Allium cepa* L
Ordo : *Liliales*
Kelas : *Monocotyledonae*
Genus : *Allium*
Famili : *Liliaceae*

2.10.2 Syarat Tumbuh

Penyinaran matahari selama 12 jam dengan daerah yang beriklim kering, suhu agak panas merupakan kondisi yang disukai dalam pertumbuhan bawang merah. Tanaman bawang merah dapat dibudidayakan baik di dataran tinggi maupun dataran rendah (0-900 mdpl) dengan curah hujan 300-2500 mm/th dan suhu yang dibutuhkan bawang merah dalam proses tumbuhnya sekitar 25 derajat Celsius sampai dengan 32 derajat celcius. Media tumbuh yang cocok dalam proses tumbuh

bawang merah yaitu tanah dengan jenis latosol, alluvial, grumosol pada pH 5,57 (Tabuni, 2017).

2.11 Sensor Higrometer Soil Moisture YL-69

Sensor hygrometer merupakan sensor yang menerapkan prinsip kerja sensor resistif. Sensor ini mempunyai dua electrode yang nantinya akan digunakan dalam proses pembacaan kelembapan tanah. prinsip kerjanya yaitu arus melewati elektroda satu ke elektroda yang lainnya, besar kecil arus dipengaruhi oleh besar kecilnya resistansi yang dihasilkan, ketika resistansi besar maka kadar air yang ada dalam tanah sedikit sebaliknya jika resistansi kecil maka menunjukkan nilai kelembapan yang tinggi (Syamsiar et al., 2016).

Sensor *Higrometer Soil Moisture YL-69* didalamnya terdapat modul yaitu IC LM393 yang dapat digunakan untuk proses perbandingan *offset* rendah yang lebih rendah dari 5mV, yang sangat stabil dan presisi. Sensor juga dilengkapi dengan potensiometer pada bagian modul untuk digunakan sebagai pengatur sensitivitas pendeteksian tetapi untuk lebih presisi digunakan mikrokontroler dan Arduino. Nilai kelembapan pada skala 0 V (*relative* terhadap *ground*) hingga vcc (tegangan catu daya) dapat diperoleh dari penggunaan sambungan pin ADC atau pin analog yang terdapat pada mikrokontroler (keluaran analog). Modul ini dapat digunakan tegangan sebesar 3 Volt sampai dengan 5 Volt sehingga dapat digunakan pada semua jenis mikrokontroler (Galih Mardika & Kartadie, 2019).



Gambar 2-2. *Sensor Higrometer Soil Moisture YL-69*

Tabel 2-5. Spesifikasi *Sensor Higrometer Soil Moisture YL-69*

Pin	Keterangan
Pin VCC	<i>Power supply 3,3 vdc-5 vdc</i>
Pin GND	<i>Power supply ground</i>
Pin A0	Masuk pin A0 arduino
Pin D0	Masuk pin D12 arduino

Menurut (Tulus Pranata, Beni Irawan, 2015) 65% - 75% (617-712) dalam nilai pembacaan sensor merupakan kelembapan tanah normal dan pada setting 70% digunakan karena untuk mencegah terjadinya kekurangan maupun kelebihan air pada saat proses pemberian air ke tanaman.

2.12 Arduino

Produk Arduino salah satunya adalah Arduino Uno bersifat *open source*, terdapat mikrokontroler ATmega328 dalam papan elektronik (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Alat ini dapat digunakan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga kompleks (Syamsiar et al., 2016).

Dalam proses pengaplikasian Arduino, Arduino hanya melakukan penyambungan USB. Kabel USB akan mengalirkan arus DC 5 volt untuk Arduino, selain Arduino uno dalam bentuk hardware terdapat perangkat lunak yang menjadi bagian penting dari Arduino yaitu *software* Arduino (Rinaldy et al., 2014).

Software dari arduino sering disebut arduino IDE yang merupakan *software* yang berfungsi sebagai sintaks pemrograman. Penggunaan bahasa yang digunakan dalam pemrograman Arduino menyerupai bahasa C. bahasa pemrograman Arduino (*sketchi*) telah mengalami beberapa perubahan agar mempermudah pemuladalam melakukan pemrogramandari bahasa aslinya (Moh Masyudi, Sotyohadi, 2020).

Rangkaian minimum sistem dan pemrograman sudah *built in* dalam satu *board* sehingga dapat mempermudah programmer hal ini menjadi salah satu kelebihan dari Arduino. Mikrokontroller ini terdiri dari memory, CPU, dan I/O yang bisa kita kontrol dengan memprogramnya. I/O juga sering disebut dengan GPIO (*General Purpose Input Output Pins*) yang berarti, pin yang bisa kita program sebagai *output* atau *input* sesuai kebutuhan (Musthafa et al., 2018).

2.13 Kontrol

Sistem kontrol otomatis merupakan sistem yang terdiri dari beberapa komponen yang saling terintegrasi satu sama lainnya secara sistematis dan rasional, komponen-komponen tersebut menjalankan tugasnya masing-masing untuk mencapai nilai

yang ditujukan dan juga berfungsi mengontrol aksi terhadap suatu objek yang menjadi nilai masukannya (Prabowo 2018)

Sistem kontrol otomatis juga dijelaskan oleh Heryanto (2013), bahwa sistem kontrol otomotasi merupakan sistim kontrol dengan metode *close loop* (umpan balik) dimana pada metode ini masukan dan keluaran disesuaikan dengan yang telah dikehendaki dapat konstan dan berubah secara perlahan dengan berjalannya waktu. Hal yang perlu diketahui dari sistem otomatis ini adalah dapat mampu menjaga keluaran sebenarnya tetapberada pada nilai yang dikendaki. Banyak contoh penerapan yang menggunakan sistem kontrol otomatis, diantaranya adalah pengontrolan kadar pH pada nutrisi tanaman yang dibudidayakan.

Istilah-istilah yang harus diketahui dalam sistem kontrol yaitu: (Rizal, 2012)

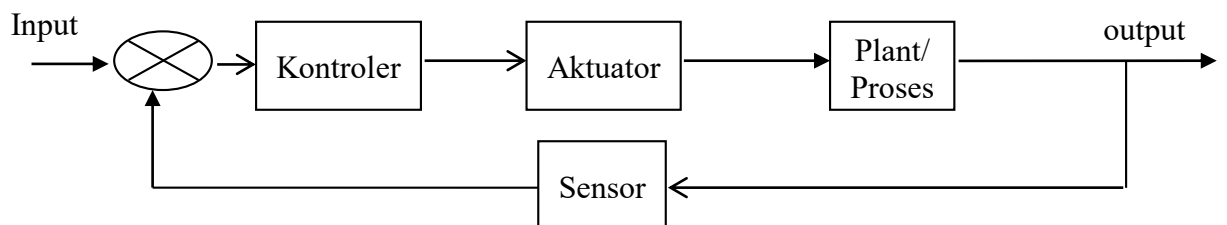
1. *Plant* merupakan objek fisik yang akan dikendalikan, yang didalamnya terdapat mesin yang akan bekerja sama dalam melakukan sesuatu.
2. Perubahan yang kecil berurutan yang cenderung tetap dan mengarah pada suatu hasil atau pada keadaan aktif tertentu.
3. Sistem adalah sebuah komponen yang ada dalam sistem dimana dalam proses kerjanya dilakukan secara bersamaan, sistem tidak hanya pada batasan fisik melainkan juga yang berbentuk abstrak dan dinamik.
4. Harga keluaran ketika terjadi masalah pada bagian sinyal dan memiliki pengaruh yang tidak baik disebut dengan gangguan (*disturbances*). Gangguan pada kontrol dapat dibedakan menjadi dua yaitu gangguan secara eksternal dan gangguan secara internal. Gangguan eksternal berasal dari luar sistem dan merupakan suatu masukan sedangkan gangguan internal terjadi ketika dibangkitkan dalam sistem.
5. Gangguan yang terjadi dalam sistem akan cenderung diperbaiki, selisih antara sistem dan masukan acuan (suatu keadaan yang telah ditetapkan) dan bekerja berdasarkan selisih tersebut disebut dengan kontrol umpan balik (*feed back control*).
6. Sistem kontrol loop tertutup (*feedback control system*), adalah sistem kontrol yang akan memantau setiap keluaran yang terjadi dimana akan memantau nilai selisih antara keluaran dan masukan acuan yang dibandingkan dengan *setpoint*.

7. Servo mekanisme yaitu sebuah sisten loop tertutup dimana keluaran yang dihasilkan berupa percepatan mekanik, kecepatan dan posisi.
8. Sistem regulator *automatic* memiliki tujuan utama untuk menjaga keluaran agar sama dengan *setpoint* dimana sistem ini berupa sebuah loop tertutup dengan nilai konstan baik pada nilai acuan atau keluaran yang telah ditentukan akan berubah sesuai dengan berjalannya waktu.
9. Sistem control proses adalah sistem yang mengatur secara otomatis dengan output berupa level cairan atau pH, tekanan dan aliran suhu.

Menurut Risal (2012), sistem kontrol otomatis dibedakan menjadi dua yaitu:

- a. Kontrol lup tertutup (*closed-loop* kontrol sistem)

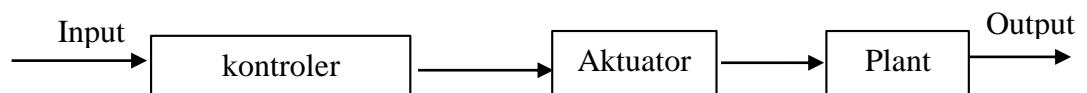
Sistem kontrol lup tertutup merupakan sistem yang aksi pengontrolannya dipengaruhi langsung oleh sistem keluarannya, sistem lup tertutup biasanya disebut sebagai sistem kontrol umpan balik. Kegunaan dari sistem umpan balik ini yaitu dapat mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi agar keluaran pada sistem mendekati *setpoint* (Rizal.2012).



Gambar 2-3. Sistem kontrol lup tertutup

- b. Kontrol Lup Terbuka

Sistem kontrol lup terbuka merupakan kontrol yang keluarannya itu tidak berpengaruh langsung terhadap masukan jadi keluarannya tidak diukur pada perbandingan error masukan.



Gambar 2-4. Sistem kontrol lup terbuka

2.14 Motor Servo

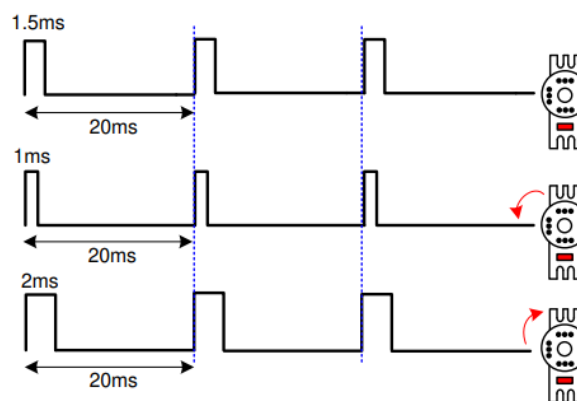
Motor servo merupakan sebuah perangkat yang dapat digunakan sebagai perangkat aktuator putar (motor) yang dapat mengatur posisi sudut dari poros output motor

karena perangkat aktuator ini dirancang dengan sistem kontrol umpan balik atau loop tertutup yang dapat dengan mudah untuk di atur. Motor servo merupakan alat yang terdiri dari motor dc, rangkaian kontrol, serangkaian *gear* dan potensiometer (Moh Masyudi, Sotyohadi, 2020).

Potensiometer pada sebuah motor servo digunakan sebagai penentu sudut dari putaran motor servo yaitu potensiometer. Adapun spesifikasi dari motor servo (Mujadin & Astharini, 2017):

1. Memiliki 3 jalur kabel yaitu *power*, *ground* dan *control*.
2. Sinyal kontrol mengendalikan posisi
3. Operasional dari motor servo dikendalikan oleh pulsa selebar 20 ms

Kaki sinyal yang berasal dari kabel motor digunakan untuk mengaliri pulsa untuk mengatur sudut dari sumbu motor servo. Jadi sudut sumbu motor servo didasarkan pada lebar pulsa yang diberikan. Pergerakan motor servo hanya bergerak mencapai sudut tertentu dan tidak kontinyu tetapi ada beberapa keperluan maka motor servo dirancang (modifikasi) agar bergerak kontinyu. Pengendalian arah dan sudut pergerakan rotor pada motor servo dilakukan dengan cara memberikan pengaturan *duty cycle sinyal pulse width modulation* (PWM) pada bagian pin kontrolnya sehingga motor servo mampu bekerja 2 arah. Sinyal PWM terdiri dari 3 lebar pulsa yaitu 1 ms, 1,5 ms dan 2 ms dalam periode konstan 20 ms (Mujadin & Astharini, 2017).



Gambar 2-5. Sinyal PWM pada servo motor

Menurut (Hilal & Manan, 2015) menyatakan bahwa pemberian sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz dapat meningkatkan kinerja pada operasi motor servo.

Pencapaian tersebut didapat pada kondisi *Ton duty cycle* 1,5 m.s jadi rotor akan berhenti pada bagian tengah-tengah (netral)

Kondisi *Ton duty cycle* ketika sinyal yang diberikan kurang dari 1.5ms, maka rotor akan berputar ke posisi kiri dan membentuk sudut yang besarnya linier dengan *Ton duty cycle*, sedangkan ketika *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5ms, akan menyebabkan posisi rotor bergerak ke arah kanan dan akan membentuk sudut yang *linier* dengan *Ton duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut.

Motor servo terdiri dari 2 jenis yaitu (Mujadin & Astharini, 2017) :

- a. Motor Servo Standar 180°, motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan - tengah - kiri adalah 180°.
- b. Motor servo kontinuus, motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

Motor servo merupakan salah satu jenis motor DC, yang menjadi pembeda antara motor *stepper* dengan motor motor servo, motor servo beroperasi secara *close loop*. Motor servo memiliki poros motor yang dihubungkan dengan rangkaian kendali sehingga putaran poros jika belum sampai pada posisi yang telah di atur maka rangkaian kendali akan terus melakukan koreksi posisi hingga mencapai posisi yang diperintahkan. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor (Lestari, 2018).