

***Prototype* Rumah Kaca Pada Pengaturan Suhu Ruang dan
Kelembaban Tanah Melalui Penyiraman Air Otomatis
Menggunakan Zelio *Smart Relay***



ARIF SETIAWAN

5115122618

**Skripsi ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA



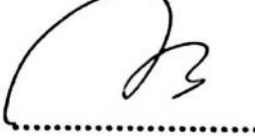


2017

HALAMAN PENGESAHAN

**PROTOTYPE RUMAH KACA PADA PENGATURAN SUHU RUANG DAN
KELEMBABAN TANAH MELALUI PENYIRAMAN AIR OTOMATIS
MENGUNAKAN ZELIO SMART RELAY**

ARIF SETIAWAN / 5115122618

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Ir. Parjiman, MT (Ketua Penguji)		23 / 02 / 2017
Massus Subekti, S.Pd., MT (Sekretaris)		21 / 02 / 2017
Aris Sunawar, MT (Dosen Ahli)		17 / 02 / 2017
Drs. Purwanto G., MT (Dosen Pembimbing I)		23 / 02 / 2017
Nur Hanifah Y., MT (Dosen Pembimbing II)		23 / 02 / 2017

Tanggal Lulus : 07 Februari 2017

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini peneliti menyatakan bahwa:

1. Karya tulis skripsi peneliti adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis *Prototype* Rumah Kaca Pada Pengaturan Suhu Ruang Dan Kelembaban Tanah Melalui Penyiraman Air Otomatis Menggunakan Zelio Smart Relay ini adalah gagasan, rumusan dan penelitian peneliti dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis *Prototype* Rumah Kaca Pada Pengaturan Suhu Ruang Dan Kelembaban Tanah Melalui Penyiraman Air Otomatis Menggunakan Zelio Smart Relay tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini peneliti buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka peneliti bersedia menerimasanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis "*Prototype* Rumah Kaca Pada Pengaturan Suhu Ruang Dan Kelembaban Tanah Melalui Penyiraman Air Otomatis Menggunakan Zelio Smart Relay" ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 6 Februari 2017
Yang membuat pernyataan



Arif Setiawan

5115122618

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini bertujuan sebagai persyaratan kelulusan untuk menyelesaikan studi S1 Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dan juga memberikan kesempatan mahasiswa agar dapat mengimplementasikan teori yang didapat pada bangku kuliah, menambah wawasan pengetahuan serta dapat memaparkan hasil pengetahuan yang didapat selama pelaksanaan penelitian dalam bentuk skripsi.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bantuannya kepada penulis, terutama kepada:

1. Bapak Massus Subekti, M.T selaku koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Drs. Purwanto Genroyono, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan motivasi dan serta selalu bersemangat untuk terus membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Nurhanifah Yuninda, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan motivasi dan serta selalu bersemangat untuk terus memberikan tuntunan ilmu yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terimakasih juga saya ucapkan kepada Bapak Sukardi, Ibu Mulyaningsih, Agung Setio Purnomo, Teman-teman Keluarga Cemara, teman-teman Retro 12

dan teman-teman lainnya yang telah memberikan semangat, doa serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi. Penulis sadar skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan pengembangan selanjutnya.

Jakarta, 25 Januari 2017

Penulis

ABSTRAK

ARIF SETIAWAN, *PROTOTYPE* RUMAH KACA PADA PENGATURAN SUHU RUANG DAN KELEMBABAN TANAH MELALUI PENYIRAMAN AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN ZELIO SMART RELAY. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta 2017. Dosen Pembimbing Drs. Purwanto G., MT dan Nur Hanifah Y., MT.

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan *prototype* rumah kaca dengan sistem otomatis untuk mengendalikan kondisi lingkungan agar sesuai kebutuhan tanaman. *Prototype* ini akan menampilkan informasi dari kondisi lingkungan yang berada didalam rumah kaca. Sistem otomatis tersebut dikendalikan dengan menggunakan 2 buah sensor yaitu sensor LM 35 untuk memantau suhu ruang dan sensor YL 69 untuk memantau kelembaban tanah pada rumah kaca.

Penelitian ini menggunakan Metode Penelitian dan Pengembangan yang meliputi perencanaan, analisis kebutuhan, perancangan dan implementasi sistem. Kebutuhan sistem yang diperlukan pada penelitian ini adalah: sensor suhu LM 35 yang dapat memantau kondisi suhu ruang dan sensor YL 69 yang digunakan untuk memantau kadar air dalam tanah didalam rumah kaca, kemudian *Zelio smart relay* akan memproses hasil *input* tersebut untuk mengendalikan peralatan *output* agar bekerja secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *prototype* rumah kaca berbasis *zelio smart relay* telah berhasil bekerja dimana alat ini dapat memberikan informasi kondisi lingkungan didalam rumah kaca, serta dapat melakukan pemantauan terhadap kondisi suhu ruang dengan menghembuskan udara dingin yang terdapat di *ice box* ke rumah kaca menggunakan *cooling fan* dan dapat melakukan pemantauan terhadap kelembaban tanah dengan mengendalikan penyiraman air secara otomatis sesuai *set point* yang telah ditentukan, yakni pada titik antara suhu ruangan antara 20° C sampai 30° C dan kelembaban tanah dibawah 30 % sampai diatas 60 % berdasarkan acuan tanaman sayuran bayam.

Kata Kunci : Rumah Kaca, pengaturan suhu dan penyiraman tanaman, *Zelio Smart Relay*

ABSTRACT

ARIF SETIAWAN, PROTOTYPE GREEN HOUSE IN TEMPERATURE SETTINGS AND SOIL MOISTURE THROUGH AUTOMATIC WATERING BY USING ZELIO SMART RELAY. Essay. Jakarta : Faculty of Engineering, State University of Jakarta 2017. Advisor : Drs. Purwanto G., MT dan Nur Hanifah Y., MT.

The purpose of this study is to build a greenhouse prototype with an automatic system for controlling environmental conditions to fit the needs of the plant. This prototype will display information from the environmental conditions that are in the greenhouse. The automatic system is controlled by using two sensors, named LM 35 sensors to monitor room temperature and 69 YL sensors to monitor soil moisture in the greenhouse.

This study uses a method of research and development including planning, requirements analysis, design and implementation of the system. System requirements necessary in this study are: a temperature sensor LM 35 which can monitor the condition of the room temperature and sensor YL 69 are used to monitor the moisture content in the greenhouse soil, then Zelio smart relay will process the results of these inputs to controlling output devices to work automatically in accordance with the needs of plants.

These results indicate that the prototype greenhouse based Zelio smart relay has successfully work out where these tools can provide information on environmental conditions in the greenhouse, and can monitor the room temperature conditions by blowing cold air contained in ice box to the greenhouse using a cooling fan and can monitor the soil moisture to controll the watering automatically according to a predetermined set point, at a point between room temperature between 20° C to 30° C and soil moisture below 30% to above 60% by reference spinach vegetable crops.

Keywords: Green House, controls of temperature and watering plants, Zelio Smart Relay

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	9
1.3. Batasan Masalah.....	9
1.4. Perumusan Masalah	10
1.5. Tujuan Penelitian.....	10
1.6. Kegunaan Penelitian.....	10
BAB II KAJIAN TEORI	12
2.1. Kerangka Teoritik	12
2.1.1. Pengertian <i>Prototype</i>	12
2.1.2. Pengertian Rumah Kaca	12
2.1.3. Pembudidayaan Tanaman Hortikultura.....	13
2.1.3.1. Tanaman Sayuran Bayam	15
2.1.4. Tanah.....	17
2.1.4.1 Pengertian dan Karakteristik Tanah Andosol	19
2.1.5. Faktor Eksternal Pertumbuhan Tanaman yang Dikendalikan Dalam Rumah Kaca	22
2.1.5.1. Air.....	22
2.1.5.2. Intensitas Cahaya.....	23

2.1.5.3.	Suhu.....	24
2.1.5.4.	Kelembaban Tanah.....	25
2.1.6.	<i>Zelio Logic Smart Relay</i>	26
2.1.6.1.	<i>Zelio Logic Smart Relay SR3B101BD</i>	28
2.1.6.2.	<i>Software Zelio Soft2</i>	29
2.1.6.3.	Simbol dan Fungsi Pemrograman Pada <i>Zelio Soft2</i>	30
2.1.7.	Pengertian Analog to Digital Converter (ADC).....	33
2.1.7.1.	Pengertian Konverter.....	33
2.1.7.2.	Konverter ADC	33
2.1.8.	Peralatan <i>Input</i> dan <i>Output</i> Pada Rumah Kaca	35
2.1.8.1.	Peralatan <i>Input</i>	35
2.1.8.2.	Peralatan <i>Output</i>	37
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	42
3.2.	Metode Penelitian	42
3.3.	Analisa Kebutuhan Sistem	42
3.4.	Prosedur Penelitian.....	44
3.5.	Rancangan Penelitian	45
3.5.1.	Perancangan Desain <i>Prototype</i> Rumah Kaca.....	47
3.5.2.	Rangkaian Catu Daya.....	49
3.5.3	Perancangan <i>Prototype</i>	49
3.5.3.1.	Pengalamatan <i>Input</i> dan <i>Output Prototype</i> Rumah Kaca.....	50
3.5.3.2.	<i>Wiring Diagram Smart Relay</i>	50
3.5.4.	Perancangan Perangkat Lunak	52
3.5.4.1.	Pemrograman <i>Zelio Soft2</i>	52
3.5.4.2.	Diagram Alir Sistem Pemrograman Pengendalian Rumah Kaca.....	55
3.5.4.3.	Perancangan Program Sistem Rumah Kaca dalam <i>Zelio Soft2</i>	58
3.6.	Pengujian Alat	61
3.6.1.	Pengujian <i>Hardware</i>	62
3.6.1.1.	Pengujian Suhu di Dalam Rumah Kaca.....	62

3.6.1.2.	Pengujian Sensor Kelembaban Tanah YL 69	63
3.6.2.	Percobaan Sistem Secara Keseluruhan	64
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	66
4.1.	Hasil Pengembangan Produk	66
4.2.	Hasil Pengujian dan Pembahasan <i>Prototype</i> Rumah Kaca ...	67
4.2.1.	Pengujian Sensor Suhu LM 35 di Dalam Rumah Kaca	67
4.2.1.1.	Pembahasan Perbandingan Pengujian Suhu Ruang	73
4.2.2.	Pengujian Sensor Kelembaban Tanah YL 69	74
4.2.2.1.	Pembahasan Perbandingan Pengujian Kelembaban Tanah	79
4.2.3.	Pengujian Keseluruhan Sistem Rumah Kaca.....	79
4.2.4.	Pengujian <i>Prototype</i> Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya	86
4.2.4.1.	Pembahasan Pengujian <i>Prototype</i> Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya	87
4.2.5.	Penerapan Sistem Otomatis untuk Rumah Kaca Sebenarnya	87
4.2.6	Kelebihan dan Kekurangan <i>Prototype</i> Rumah Kaca	92
4.2.6.1.	Kelebihan <i>Prototype</i> Rumah Kaca.....	92
4.2.6.2.	Kekurangan <i>Prototype</i> Rumah Kaca.....	92
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	94
5.1.	Kesimpulan	94
5.2.	Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Simbol <i>Input</i> dan <i>Output</i> Pada Program FBD Beserta Keterangannya.....	31
Tabel 2.2	Simbol FBD dan Keterangannya	32
Tabel 3.1	<i>Input</i> dan <i>Output Smart Relay</i>	50
Tabel 3.2	Pengujian Tegangan Sensor Suhu LM 35.....	62
Tabel 3.3	Pengujian Tegangan pada Sensor YL 69 dan Harga Kelembaban Tanah	63
Tabel 3.4	Pengujian Sistem Otomatis <i>Shading House</i>	64
Tabel 3.5	Pengujian <i>Prototype</i> Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya.....	65
Tabel 4.1	Pengukuran Melalui Termometer Suhu dan Tegangan di Sensor LM 35.....	68
Tabel 4.2	Konversi Tegangan Keluaran Sensor LM 35 dari Analog ke Bentuk Digital	69
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Melalui Termometer Suhu Ruangan dan Hasil Perhitungan Tegangan Bentuk Digital yang Ditingkatkan Menjadi Satuan Suhu.....	71
Tabel 4.4	Perbandingan Error Pembacaan Sensor LM 35 dengan Termometer Suhu Ruangan	72
Tabel 4.5	Pengukuran Kelembaban Tanah dengan <i>Moisture Meter</i> dan Keluaran Tegangan Sensor YL 69	74
Tabel 4.6	Perubahan Bentuk Tegangan Keluaran Sensor YL 69 Menjadi Bentuk Digital.....	75
Tabel 4.7	Perbandingan Persen Kelembaban Tanah <i>Moisture Meter</i> dengan Tegangan Sensor Yl 69 dan Presentase Kesalahan Sensor YL 69	78
Tabel 4.8	Pengujian Keseluruhan <i>Sistem</i> Rumah Kaca	78
Tabel 4.9	Pengujian <i>Prototype</i> Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya.....	86
Tabel 4.10	Bahan-bahan untuk Pembuatan Rumah Kaca Sebenarnya	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Sayuran Bayam.....	16
Gambar 2.2	Logo Zelio Smart Relay	26
Gambar 2.3	<i>Smart Relay</i> tipe SR3B101BD	28
Gambar 2.4	Tampilan Awal Zelio Soft2 <i>Ladder Language</i>	29
Gambar 2.5	Tampilan Awal Zelio Soft2 FBD	30
Gambar 2.6.	ADC dengan Kecepatan Sampling Rendah dan Kecepatan Sampling Tinggi.....	34
Gambar 2.7	Sensor Suhu LM 35	33
Gambar 2.8	Sensor <i>Soil Moisture</i> YL 69	35
Gambar 2.9	Pompa Air Aquarium	38
Gambar 2.10	Kipas Angin Mini (<i>Colling Fan</i>).....	39
Gambar 2.11	Lampu Pijar 40 Watt	40
Gambar 2.12	(a) Penyimpanan Udara Dingin (<i>Ice Box</i>) Bagian Depan dan (b) Penyimpanan Udara Dingin (<i>Ice Box</i>) Bagian Dalam.....	41
Gambar 3.1	Diagram Alir Pembuatan Rumah Kaca.....	46
Gambar 3.2	Perancangan <i>Prototype</i> Rumah Kaca.....	47
Gambar 3.3	Peletakan Komponen <i>Input</i> Sensor	48
Gambar 3.4	Diagram Pengawatan <i>Smart Relay</i>	51
Gambar 3.5	<i>Icon</i> Zelio Soft2.....	52
Gambar 3.6	Membuat Program Baru di Zelio Soft2.....	53
Gambar 3.7	Pemilihan <i>Modul Category</i> di Zelio Soft2.....	53
Gambar 3.8	Pemilihan Program Modul Sesuai Refrensi SR3B101BD	54
Gambar 3.9	Pemilihan Bahasa Pemrograman di Zelio Soft2	54
Gambar 3.10	Diagram Alir Sistem Pemrograman Pengendalian Rumah Kaca.....	56
Gambar 3.11	Perancangan Program FBD Sistem Rumah Kaca	59
Gambar 3.12	Bagian Program <i>Input</i> dan <i>Output</i> Sistem Rumah Kaca.....	59
Gambar 3.13	Bagian Program Pengendalian Suhu	60
Gambar 3.14	Bagian Program Pengendalian Kelembaban Tanah	61
Gambar 4.1	Bentuk Fisik <i>Prototype</i> Rumah Kaca.....	64

Gambar 4.2	Grafik Perbedaan Rata-Rata Pembacaan Suhu	72
Gambar 4.3	Grafik Presentase Eror Suhu Sensor LM 35	64
Gambar 4.4	Grafik Regresi Linear	76
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Persen Kelembaban Tanah.....	78
Gambar 4.6	Tampilan LCD Kelembaban Saat Tanah Kering	80
Gambar 4.7	Proses Pemberian Air Saat Tanah Kering	81
Gambar 4.8	Tampilan LCD Ketika Sensor Suhu Diberikan Perlakuan dengan Es Batu.....	83
Gambar 4.9	<i>Output</i> Lampu Pijar Aktif Ketika Suhu Dibawah 20° C	83
Gambar 4.10	Tampilan LCD Ketika Lampu Pijar Aktif.....	84
Gambar 4.11	Tampilan LCD Ketika Sensor Suhu Diberikan Perlakuan dengan Panas	85
Gambar 4.12	<i>Output Colling Fan</i> Aktif Ketika Suhu diatas 30° C.....	85
Gambar 4.13	Desain Rumah Kaca untuk Diterapkan Sistem Otomatis	88
Gambar 4.14	Instalasi Lampu di Rumah Kaca	90
Gambar 4.15	Penempatan Stand Fan / Blower Water di Rumah Kaca.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Dokumentasi.....	98
Lampiran 2.	<i>Datasheet Smart Relay SR3B101BD</i>	103
Lampiran 3.	<i>Datasheet Sensor LM 35</i>	110
Lampiran 4.	<i>Datasheet Sensor YL 69</i>	122
Lampiran 5	Datasheet Instalasi Lampu Rumah Kaca.....	129

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki kekayaan sumber daya alam melimpah, salah satunya adalah dari hasil sektor pertanian. Faktor utama yang mendukung Indonesia memiliki potensi di sektor pertanian adalah dari letak geografis Indonesia yang berada di garis khatulistiwa dan merupakan salah satu negara yang berada di wilayah tropis. Dengan kondisi geografis yang mendukung untuk bertani, maka penduduk Indonesia sebagian besar menjadikan sektor pertanian sebagai mata pencaharian mereka. Berbagai macam hasil produk hayati asli Indonesia memiliki potensi untuk dikembangkan secara komersial, yaitu seperti tanaman buah-buahan dan sayur-sayuran.

Buah-buahan dan sayuran yang memiliki kualitas baik dapat menjadi komoditas ekspor dan import dalam meningkatkan perekonomian di Indonesia. Faktanya pada tahun 2012 sektor pertanian mempunyai peranan strategis dalam pembangunan perekonomian nasional. Sektor pertanian mampu menyerap 35.9% dari total angkatan kerja di Indonesia dan menyumbang 14.7% bagi GNP Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2012). Namun dari fakta tersebut Indonesia masih tidak sanggup untuk memenuhi kebutuhan pangan dalam negeri ataupun melakukan persaingan di pasar global. Permasalahannya terbentur dengan kualitas dan kuantitas hasil produksi yang dihasilkan tidak sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Permasalahan kualitas dan kuantitas hasil produksi hayati di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya dari hama dan penyakit tanaman. Masalah serangan hama dan penyakit tanaman merupakan penghambat utama dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Diperkirakan sepertiga dari pertanian dunia, tanaman telah dirusak oleh lebih dari 20.000 jenis hama dan penyakit tanaman (Rozik, 2013 : 1).

Hama tanaman berasal dari organisme atau binatang yang aktivitas hidupnya merusak tanaman. Kerusakan tanaman yang disebabkan oleh hama dapat terjadi pada saat proses budidaya ataupun digudang penyimpanan. Setiap tanaman yang terserang oleh hama akan mengalami penurunan fungsi atau bahkan tidak berfungsi sama sekali saat proses metabolisme (fisiologis), sehingga pertumbuhan tanaman tidak normal dan bahkan berakhir dengan kematian tanaman.

Pertumbuhan tanaman tidak berjalan dengan baik bukan hanya dari hama, namun dapat terjadi karena bakteri, virus dan faktor lingkungan. Bakteri dan virus yang terdapat pada tanaman menyebabkan tanaman menjadi sakit atau *abnormalitas* pada bentuknya, misalnya beberapa contoh penyakit yang dialami tanaman yaitu keriput daun, kuning pucat, bercak-bercak coklat dan busuk.

Akibat dari kerusakan yang terjadi pada bagian daun, tanaman tidak mampu melakukan proses fotosintesis secara maksimal. Gangguan tersebut dapat membuat gangguan ekonomis, berupa penurunan kuantitas dan kualitas hasil produksi. Masalah kerusakan pada tanaman yang disebabkan hama dan penyakit tanaman dapat diatasi dengan menggunakan pestisida ataupun bahan kimia lain.

Di bidang pertanian pestisida digunakan untuk meningkatkan hasil produksi, diantaranya dapat menurunkan populasi jasad pengganggu tanaman dengan periode

pengendalian hama yang panjang. Pengertian pestisida sendiri adalah sebagai bahan yang digunakan untuk mengendalikan, menolak, memikat atau membasmi organisme pengganggu. Sasarannya bermacam-macam, seperti serangga, tikus, burung, gulma, mamalia, ikan dan mikroba yang dianggap mengganggu. Penggunaan pestisida yang berlebihan atau berkepanjangan akan berpengaruh negatif terhadap kesehatan manusia.

Dengan masuknya pestisida ke dalam sistem pencernaan manusia, maka akan mengakibatkan resiko untuk terjadinya kanker. Kanker dapat terjadi karena dalam pestisida mengandung zat yang menyebabkan kanker yaitu zat *Karsinogen* (Quijano dan Rengama, 1999: 6-17). Zat *karsinogen* adalah zat yang menyebabkan kanker dengan mengubah *asam deoksiribonukleat* (DNA) dalam sel-sel tubuh dan hal tersebut dapat mengganggu proses biologi pada manusia.

Untuk mengurangi terjadinya kanker atau penyakit lain bagi manusia, penggunaan pestisida dapat dihindari dengan menggunakan teknologi yang terbarukan dalam pertanian, yaitu dengan menggunakan sistem pertanian rumah kaca. Teknologi rumah kaca merupakan salah satu teknologi pengembangan pada sistem pertanian, dengan menggunakan teknologi rumah kaca dapat meningkatkan daya saing pemasaran dan kualitas hasil produk hayati secara nasional serta berkelanjutan dalam memenuhi kebutuhan pasar global.

Teknologi rumah kaca tidak hanya menguntungkan dari segi pemasaran, namun baik untuk kesehatan. Hal tersebut telah dikemukakan oleh Prof. Dr Hardiansyah dari Departemen Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia (FEMA) Institut Pertanian Bogor. Prof. Dr Hardiansyah berkata “Kalau di dalam rumah kaca, tidak perlu menggunakan pestisida karena tempatnya yang tertutup.

Berbeda dengan menanam di luar ruangan yang menggunakan pestisida agar tanaman terhindar dari hama” (Prof. Dr Hardiansyah, wawancara, 25 April 2014). Oleh karena itu penggunaan rumah kaca sangat tepat ditanami sayuran dan buah-buahan yang menyehatkan bagi konsumen.

Rumah kaca pada prinsipnya adalah bangunan terdiri dari bahan kaca ataupun plastik yang cukup tebal dan menutup seluruh permukaan bangunan, baik atap maupun dindingnya. Budidaya tanaman dalam rumah kaca disebut dengan ”*plant forcing*” yang merupakan sistem budidaya tanaman paling intensif. Rumah kaca berfungsi untuk menghindari dan memanipulasi kondisi lingkungan agar tercipta kondisi yang dikehendaki dalam pertumbuhan tanaman. Kendali terhadap parameter-parameter lingkungan yang berinteraksi secara langsung dibutuhkan agar tercapai suatu kondisi yang dikehendaki, sehingga pertumbuhan tanaman dapat berjalan dengan optimal. Parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mengetahui kondisi pada rumah kaca antara lain keadaan suhu ruang dan kelembaban tanah di dalam rumah kaca.

Pertumbuhan berbagai jenis tanaman memiliki kriteria suhu agar dapat tumbuh dengan baik, suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman yaitu di suhu lingkungan yang optimum. Suhu optimum merupakan suhu yang pengaruhnya paling baik untuk kegiatan pertumbuhan pada tanaman. Jika tanaman tidak mendapatkan suhu optimum sesuai kondisi alaminya, maka tanaman tersebut akan terganggu pertumbuhannya (Setiowati dan Furqonita, 2007: 16).

Untuk mengetahui berapa suhu optimum yang dibutuhkan di rumah kaca, dapat ditentukan melalui jenis tanaman yang akan dibudidayakan. Jenis tanaman yang cocok untuk dibudidayakan menggunakan rumah kaca umumnya adalah

tanaman yang mempunyai siklus hidup pendek. Sebagai contoh tanaman yang memiliki siklus pendek salah satunya adalah sayuran bayam, pertumbuhan tanaman ini mempunyai waktu yang singkat yaitu sekitar 25 hari dan dapat di panen kembali setelah 5 hari setelah panen pertama.

Tanaman bayam umumnya ditanam di dataran rendah hingga menengah, terutama pada ketinggian antara 5 sampai 2000 meter dari atas permukaan laut. Kebutuhan sinar matahari untuk tanaman bayam adalah tinggi, dimana pertumbuhan optimum dengan suhu rata-rata 20° C sampai 30° C, curah hujan antara 1000-2000 mm dan kelembaban diatas 60 %. Oleh karena itu tanaman bayam tumbuh baik bila ditanam di lahan terbuka dengan sinar matahari penuh atau berawan dan tidak tergenang air (Nurudin dan Bandini, 2001: 1). Suhu optimum dari tanaman bayam akan digunakan sebagai suhu acuan untuk pengaturan suhu di rumah kaca.

Pertumbuhan tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh suhu, tetapi keadaan kelembaban tanah merupakan salah satu faktor utama untuk pertumbuhan tanaman. Kelembaban tanah merupakan rasio dari berat air yang terkandung dalam tanah. Kandungan air dalam tanah akan dimanfaatkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan supaya tidak layu. Supaya tanaman dapat tumbuh dengan baik, maka keadaan tanah yang dibutuhkan tanaman harus dalam keadaan lembab. Dalam keadaan lembab kandungan air yang tersedia berada di titik optimal sesuai yang dibutuhkan tanaman (Karnisius dan Anggota IKAPI, 1992: 66).

Hubungan parameter antara suhu ruang dan kelembaban tanah memiliki kesinambungan dalam pertumbuhan tanaman. Fluktuasi suhu dalam ruang akan berpengaruh langsung pada suhu yang ada di dalam tanah. Apabila suhu tanah

naik akan berakibat berkurangnya kandungan air yang ada di dalam tanah atau bisa dikatakan kelembaban yang ada di dalam tanah menjadi rendah, sehingga unsur hara akan sulit diserap tanaman. Sebaliknya jika suhu di ruang rendah maka suhu di dalam tanah menjadi rendah dan membuat kelembaban tanah meningkat, sehingga membuat kandungan air di dalam tanah semakin bertambah.

Dari pernyataan tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa suhu ruang yang tinggi akan mengakibatkan kelembaban tanah menjadi kering dan membuat tanah menjadi kekurangan air. Begitupula sebaliknya, jika suhu ruang rendah maka membuat kelembaban tanah menjadi lembab dan membuat tanah memiliki kadar air yang cukup dibutuhkan tanaman.

Dari kedua parameter antara keadaan suhu dan kelembaban tanah yang akan digunakan sebagai indikator untuk pengendali pada rumah kaca, tentu akan sulit sebagai petugas apabila mengendalikan hal tersebut selama 24 jam dan secara berkelanjutan ketika budidaya tanaman berlangsung. Zaman sekarang kita dituntut untuk selalu berinovasi menciptakan alat yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya. Meninjau dari permasalahan yang ada di sistem kendali pada rumah kaca maka perlu dibuatnya sistem otomatis dalam pengendalian untuk mengatur parameter lingkungan. Menurut penulis untuk mempermudah dalam mengendalikan kedua parameter tersebut yaitu dengan menggunakan sensor yang akan dikondisikan sesuai dengan kebutuhan di dalam rumah kaca.

Parameter suhu akan di kendalikan dengan menggunakan sensor LM 35. Sensor LM 35 digunakan untuk memantau kondisi suhu ruang di dalam rumah kaca. Kemudian sensor tersebut akan terhubung untuk mengaktifkan kipas mini atau *cooling fan* sesuai dengan program yang dibuat. Supaya kondisi suhu ruang

dapat berubah dalam waktu yang singkat, penulis menggunakan *ice box* atau kontak penyimpan dingin agar membantu untuk menyimpan suhu dingin yang kemudian akan dihembuskan melalui *cooling fan* dan untuk meningkatkan kondisi suhu di dalam ruangan rumah kaca yaitu dengan menggunakan lampu pijar sehingga mempengaruhi suhu di dalam rumah kaca.

Cara kerja sistem pengaturan suhu dengan menggunakan sensor LM 35 adalah sebagai berikut. Ketika suhu udara di dalam rumah mengalami peningkatan, maka sensor LM 35 akan mendeteksi bahwa suhu berada diatas suhu ruang yang ditetapkan dan kemudian *cooling fan* akan aktif untuk menghembuskan udara dingin yang dihasilkan dari batu es yang diletakan di dalam *ice box*, kemudian udara dingin di dalam *ice box* dihembuskan melalui 3 buah *cooling fan*. Sehingga udara dingin tersebut dapat menghembuskan ke dalam rumah kaca.

Jika suhu udara di dalam rumah kaca mengalami penurunan, sensor suhu LM 35 akan memberikan sinyal untuk mengaktifkan lampu pijar yang akan digunakan sebagai pemanas di dalam rumah kaca tersebut, dengan kuat terang cahaya yang dihasilkan lampu pijar maka akan menghasilkan perubahan untuk meningkatkan suhu. Cara kerja lampu pijar yang akan digunakan pada rumah kaca sama seperti cara kerja *inkubator* untuk budidaya telur ayam.

Pada parameter kelembaban tanah dikendalikan dengan sensor YL 69, sensor tersebut akan mendeteksi kadar air yang berada di dalam tanah. Ketika kadar air di dalam tanah dibawah 30 % maka sensor YL 69 akan berkerja untuk mengaktifkan pompa air yang kemudian akan melakukan penyiraman pada permukaan tanah di dalam rumah kaca. Jika kadar air di dalam lebih dari 60 %

maka pompa air akan dimatikan. Kedua sensor dan peralatan *output* tersebut akan diatur melalui elemen proses yaitu menggunakan *smart relay*.

Smart relay yang digunakan adalah *zelio smart relay*, *zelio* merupakan suatu *smart relay* yang dibuat oleh PT. Schneider yang digunakan untuk mengganti logika dan pengerjaan sirkuit kontrol relay yang merupakan instalasi langsung. Dengan *smart relay* rangkaian kontrol dan komparator cukup dibuat secara *software* (Riadi, 2012: 1).

Setiap masing-masing *input* akan memiliki komparator yang akan digunakan sebagai pembanding untuk pengkondisian di dalam rumah kaca. Pemanfaatan sistem otomasi yang berkembang saat ini dapat diterapkan pada peralatan industri pertanian. Keinginan untuk mempermudah kerja manusia dalam industri pertanian sehingga dapat meningkatkan hasil budidaya tanaman merupakan alasan peneliti tertarik dalam membuat **“*Prototype rumah kaca pada pengaturan suhu ruang dan kelembaban tanah melalui penyiraman air otomatis menggunakan zelio smart relay*”**.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat dijabarkan beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, yaitu:

1. Bagaimana membuat *prototype* rumah kaca untuk mengatur kondisi lingkungan agar berjalan secara otomatis berbasis *Zelio Smart Relay*?
2. Bagaimanakah kinerja sensor agar dapat berjalan secara otomatis dengan acuan parameter suhu ruangan dan kelembaban tanah?
3. Bagaimanakah membuat program sistem otomatis dengan menggunakan *zelio soft 2*?

1.3. Batasan Masalah

Dari uraian permasalahan yang telah diidentifikasi, untuk lebih menspesifikasikan penelitian dilakukan pembatasan ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Menggunakan *smart relay (Zelio)* dengan tipe SR3B101BD.
2. *Zelio smart relay* diprogram dengan menggunakan *Zelio Soft 2*.
3. Rancang bangun alat ini menggunakan rumah kaca mini terbuat dari bahan *acrylic* dan kerangka bangun terbuat dari aluminium dengan dimensi ukuran panjang 60 cm, tinggi 20 cm dan lebar 40 cm.
4. Tanaman bayam digunakan sebagai acuan untuk menentukan parameter suhu dan kelembaban tanah pada saat pembudidayaan.
5. Tanah yang digunakan adalah jenis tanah lembang atau tanah-tanah andosol.
6. Suhu yang diukur di dalam rumah kaca adalah suhu ruangan ($^{\circ}\text{C}$).
7. Kelembaban yang diukur adalah kelembaban yang terdapat dalam tanah (%).

8. Acuan suhu ruangan dan kelembaban tanah yang digunakan untuk *set point* adalah antara 20°C sampai 30°C dan 30% sampai 60%.
9. Tidak terdapat perhitungan beban dalam pembuatan *power supply* yang digunakan untuk *smart relay*, peralatan *input* dan peralatan *output*.
10. Tidak menggunakan jenis tanaman untuk menguji efektifitas pertumbuhan tanaman.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, maka perumusan masalahnya ialah “Bagaimana membuat *prototype* rumah kaca pada pengaturan suhu ruang dan kelembaban tanah melalui penyiraman air otomatis menggunakan *zelio smart relay*”.

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan *prototype* rumah kaca pada pengaturan suhu ruang dan kelembaban tanah melalui penyiraman air otomatis menggunakan *zelio smart relay* berdasarkan acuan saat pembudidayaan tanaman bayam.

1.6. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik dari segi keilmuan maupun segi praktis. Adapun kegunaannya sebagai berikut:

1. Dari segi keilmuan, hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi khususnya pada pengembangan ilmu dibidang kelistrikan yang berhubungan dengan pengembangan teknologi pada rumah kaca untuk mengendalikan kondisi lingkungan secara otomatis.

2. Dari segi praktis, hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi produsen penghasil alat industri bidang pertanian. Rumah kaca tersebut dibuat secara otomatis sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas dan efisien dalam membantu budidaya tanaman di rumah kaca.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerangka Teoritik

2.1.1. Pengertian *Prototype*

Prototype atau purwarupa adalah bentuk awal model atau simulasi dari produk sesungguhnya sebelum dikembangkan, model yang dibuat harus *representative* dalam skala sebenarnya. *Prototype* merupakan tahapan yang sangat penting dalam pembuatan suatu produk, karena *prototype* dibuat untuk diserahkan pada pelanggan (*lead-user*) agar pelanggan dapat mencoba kinerja *prototype* tersebut (Kusnadi, 2007: 1).

Prototype rumah kaca pada penyiraman air dan pengaturan suhu ruangan dibuat untuk menguji kendali otomatis yang akan digunakan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah kendali otomatis dapat berjalan dengan baik atau tidak pada *prototype* rumah kaca. Jika sistem otomatis dapat berjalan dengan baik pada *prototype* rumah kaca, maka sistem kendali pada penyiraman air dan pengaturan suhu otomatis dapat diterapkan untuk rumah kaca sesungguhnya. Apabila sistem terdapat masalah saat melakukan uji coba, maka dapat dilakukan perbaikan pada sistem kendali di *prototype* rumah kaca tersebut

2.1.2. Pengertian Rumah Kaca

Rumah kaca adalah bangunan yang digunakan untuk pembudidayaan tanaman. Rumah kaca terbuat dari bahan kaca ataupun plastik yang cukup tebal dan menutup seluruh permukaan bangunan. Kaca yang digunakan di setiap sisi rumah kaca bekerja sebagai medium transmisi yang dapat memilih frekuensi

spektral yang berbeda-beda dan efeknya adalah untuk menangkap energi di dalam rumah kaca. Energi yang diserap oleh rumah kaca membuat tumbuhan, tanah dan udara yang berada di dalam rumah kaca menjadi panas atau mengakibatkan suhu di dalam ruangan rumah kaca meningkat (Abduh T, 2016: 1).

Rumah kaca digunakan sebagai media untuk mengendalikan keadaan lingkungan yang berada di dalam rumah kaca tersebut. Keadaan lingkungan yang dikendalikan meliputi, suhu ruang, kelembaban tanah, kelembaban udara dan intensitas pencahayaan. Selain untuk mengendalikan keadaan lingkungan, rumah kaca juga dapat melindungi tanaman dari hama dan penyakit tanaman. Sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan sehat apabila menggunakan teknologi pertanian rumah kaca. Tanaman yang cocok untuk dibudidayakan menggunakan media rumah kaca adalah tanaman yang dapat memproduksi secara berkelanjutan dan berkesinambungan sepanjang tahun. Beberapa jenis tanaman yang dapat dibudidayakan di rumah kaca antara lain jenis tanaman hortikultura yang memiliki siklus hidup pendek

2.1.3. Pembudidayaan Tanaman Hortikultura

Pembudidayaan tanaman hortikultura adalah suatu komoditas yang bersifat *labor intensive* dan *capital intensive*, serta memiliki *technology intensive* yang lebih daripada lainnya. Disebut sebagai *labor intensive*, karena satu per satu perlu mendapat perhatian baik itu tanaman buah, sayuran, dan hias. Sedang disebut *capital intensive* karena disamping memerlukan banyak modal, pembudidayaan hortikultura membutuhkan *input* yang cukup baik dalam pengertian kuantitas maupun kualitasnya. Mulai dari bibit, pupuk, pestisida atau menggunakan

teknologi pertanian rumah kaca yang memerlukan pemeliharaan selama pembudidayaan (Winarni Inggit, 2008: 8).

Penggolongan tanaman hortikultura dibedakan menjadi 3 golongan tanaman yaitu: tanaman buah-buahan, tanaman sayuran dan tanaman hias. Dari ketiga tanaman tersebut yang cocok untuk dibudidayakan dirumah kaca adalah jenis tanaman sayuran dan buah-buahan yang memiliki siklus hidup pendek dan mempunyai nilai ekonomis tinggi. Beberapa jenis tanaman hortikultura yang memiliki siklus pendek dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi antara lain:

1. Caisim / Sawi Hijau; sawi pahit dan pak choy, 40-60 hari dari biji atau 25-30 hari setelah tanam dari bibit.
2. Petsai / Sawi Putih; 30-60 hari setelah tanam dari bibit (tergantung varietas)
3. Kol hijau, kol merah; 3-4 bulan dari penyemaian biji.
4. Kembang Kol dan Brokoli; 55- 100 hari (tergantung varietas).
5. Selada Keriting, Selada krop; 2-3 bulan setelah semai.
6. Bayam (hijau/merah); Panen mulai umur 25 hari, bertahap setiap 5 hari sekali.
7. Kangkung; Mulai umur 27 hari bertahap setiap 5 hari.
8. Bawang daun; 3 bulan setelah tanam.
9. Terong; Panen dimulai pada 70-80 hari setelah semai selanjutnya setiap 5 hari.
10. Tomat; Panen dimulai usia 9 minggu setelah tanam selanjutnya setiap 5 hari.
11. Cabe; Panen dimulai usia 9 minggu setelah tanam selanjutnya setiap 5 hari.
12. Pare; Panen mulai usia 2 bulan dan diulangi setiap seminggu sekali.

13. Gambas/oyong; Panen muali usia 3 bulan dan diulangi setiap seminggu sekali.
14. Timun; Panen muali usia 2 bulan dan diulangi setiap seminggu sekali.
15. Kacang Panjang; berbunga pada umur 30 hari dan mulai panen umur 45 hari.
16. Kacang Buncis; panen biasanya sudah bisa dilakukan setelah 60 hari atau polong kacang sudah cocok disayur..
17. Kacang Kapri; Umur 70-90 hari.
18. Lobak; Umur 60-80 hari.
19. Wortel; Panen 3-4 bulan.

Pada penelitan ini penulis menggunakan tanaman sayuran dengan klasifikasi sayuran daun salah satunya adalah sayuran bayam. Sayuran bayam tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk mengendalikan kondisi lingkungan yang terdapat dalam rumah kaca. Parameter yang akan digunakan pada sayuran bayam untuk mengendalikan kondisi lingkungan tersebut adalah parameter suhu ruang dan kelembaban tanah, pengendalian tersebut dilakukan supaya sayuran bayam dapat tumbuh dengan baik.

2.1.3.1. Tanaman Sayuran Bayam

Bayam merupakan salah satu jenis sayuran komersial yang mudah diperoleh di pasar, baik pasar tradisional maupun pasar swalayan. Harganya pun dapat terjangkau oleh semua lapisan masyarakat. Tanaman ini awalnya berasal dari negara Amerika beriklim tropis, namun sekarang tersebar keseluruh dunia. Hampir semua orang mengenal dan menyukai kelezatan nya, karena lunak, dapat memberikan rasa dingin dalam perut dan memperlancar pencernaan. Umumnya

yang dikonsumsi adalah bagian daun dan batangnya. Bentuk fisik tanaman sayuran bayam dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman Sayuran Bayam

Sumber : AreaBumil.com

Tanaman bayam sangat mudah dikenali, yaitu berupa perdu yang tumbuh tegak, batangnya tebal berserat dan ada beberapa jenis yang mempunyai duri. Daunnya bisa tebal atau tipis, besar atau kecil, berwarna hijau atau ungu kemerahan (pada jenis bayam merah). Bunganya berbentuk pecut, muncul dipucuk tanaman atau pada ketiak daunnya. Bijinya berukuran sangat kecil berwarna hitam atau coklat dan mengkilap. Tanaman bayam sangat toleran terhadap perubahan keadaan iklim. Bayam banyak ditanam di dataran rendah hingga menengah, terutama pada ketinggian antara 5-2000 meter dari atas permukaan laut. Kebutuhan sinar matahari untuk tanaman bayam adalah tinggi, dimana pertumbuhan optimum dengan suhu rata-rata 20° sampai 30° C, curah hujan antara 1000-2000 mm, dan kelembaban tanah minimum dibawah 30% dan maksimum di atas 60 %. Oleh karena itu, bayam tumbuh baik bila ditanam di lahan terbuka dengan sinar matahari penuh atau berawan dan tidak tergenang air (Yani Winda, 2013: 5).

2.1.4. Tanah

Dalam dunia pertanian, tanah mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan tanaman. Kualitas tanah yang baik dapat didefinisikan sebagai kapasitas dari jenis tertentu tanah, yang berfungsi untuk mengevaluasi kemampuan tanah. Fungsi tanah dasarnya yaitu menjaga produktivitas tanah, mengatur dan membagi aliran air dalam tanah, menyerap dan menyangga terhadap polutan dalam tanah, serta menyimpan nutrisi pada tanah (Sarhini Moch. A Q, 2013 :1).

Pengaruh letak geografis dan astronomis Indonesia memiliki pengaruh yang sangat penting dalam membentuk berbagai macam tanah. Setiap jenis tanah pada dasarnya memiliki sifat yang berbeda satu sama lain dan memiliki karakteristik yang berbeda. Tanaman yang cocok ditanam pada setiap jenis tanah pun berbeda-beda karena tanaman juga memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda dalam pertumbuhannya. Berikut adalah jenis-jenis tanah beserta karakteristik, persebarannya dan pemanfaatan untuk pertanian di Indonesia yaitu:

1. Tanah Aluvial

Tanah aluvial ialah jenis tanah yang terjadi karena endapan lumpur. Umumnya merupakan endapan lumpur yang terbawa karena aliran sungai. Karena terbawa dari hulu, tanah alluvial sering ditemukan di daerah hilir. Tanahnya sendiri biasanya bewarna coklat hingga kelabu.

2. Tanah Andosol

Tanah andosol ialah salah satu jenis tanah vulkanik yang terbentuk akibat dari adanya proses vulkanisme yang ada pada gunung berapi. Tanah Andosol sangat subur dan baik untuk tanaman. Warna dari tanah andosol coklat ke abu-abuan. Tanah ini sangat kaya dengan mineral, unsur hara dan air sehingga sangat baik

untuk tanaman. Tanah andosol juga sangat cocok untuk segala jenis tanaman yang ada di dunia. Untuk daerah penyebarannya, tanah andosol banyak terdapat di daerah yang dekat dengan gunung berapi.

3. Tanah Entisol

Tanah entisol ialah saudara dari tanah andosol tetapi umumnya merupakan hasil pelapukan dari material yang dikeluarkan oleh letusan gunung berapi seperti pasir, debu, lapili dan lahar. Tanah Entisol juga termasuk tanah yang subur dan merupakan tipe tanah yang tergolong masih muda. Tanah entisol biasanya ditemukan tidak jauh dari area gunung berapi dapat berupa permukaan tanah tipis yang belum memiliki lapisan tanah dan berupa gundukan pasir seperti yang ada di pantai parangtritis Jogjakarta.

4. Tanah Grumusol

Tanah grumusol terbentuk dari pelepasan batuan kapur dan tuffa vulkanik. Kandungan organik di dalamnya rendah karena dari batuan kapur. Sehingga dapat disimpulkan tanah ini kurang subur dan tidak cocok untuk ditanami tanaman.

5. Tanah Humus

Tanah humus ialah tanah yang terbentuk dari hasil pelapukan tumbuhan-tumbuhan. Tanah humus mengandung banyak unsur hara dan mineral. Tanah humus sangat subur sehingga sangat bagus jika dimanfaatkan sebagai lahan bercocok tanam. Tanah humus memiliki unsur hara dan mineral yang banyak karena terbentuk dari pelepasan tumbuhan sampai warnanya agak kehitam-hitaman.

6. Tanah Inseptol

Tanah Inseptol ialah tanah yang terbentuk dari batuan sedimen atau metamorf dengan warna yang agak kecoklatan dan kehitaman serta campuran warna agak keabu-abuan. Tanah inseptisol juga dapat menopang pengadaaan hutan yang asri. Ciri-ciri tanah inseptisol ialah adanya horizon kambik dimana horizon kambik ini kurang dari 25% dari horizon selanjutnya sehingga tekstur tanahnya sangatlah unik.

7. Tanah Laterit

Tanah laterit ialah tanah yang memiliki warna merah bata Karena banyaknya kandungan zat besi dan aluminium yang terdapat dalam tanah ini. Mungkin beberapa daerah di Indonesia cukup familiar dengan tanah laterit khususnya daerah desa atau perkampungan. Tanah laterit termasuk ke dalam jajaran tanah yang sudah tua sehingga kurang cocok untuk ditanami tumbuhan apapun dan juga kandungan yang terdapat di dalam tanah tersebut.

Dari jenis-jenis tanah yang dijelaskan, penelitian pada skripsi ini akan menguji kelembaban tanah yang terdapat pada jenis tanah andosol. Karena jenis tanah andosol sangat kaya dengan mineral, unsur hara dan air sehingga tanah jenis tersebut sangat baik untuk pembudidayaan tanaman.

2.1.4.1. Pengertian dan Karakteristik Tanah Andosol

Kata Andosol berasal dari bahasa jepang, terbentuk dari dua kata (An = Hitam; do = Tanah), jadi definisi andosol yaitu jenis jenis tanah berwarna hitam. Menurut ilmu tanah, tanah dengan warna hitam adalah tanah vulkanis yang berasal dari gunung berapi. Pengertian tanah andosol menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian adalah sebuah tanah

yang memiliki horizon A molik atau horizon A umbrik yang biasanya berada diatas horizon B kambik yang terdiri atas fraksi tanah halus dan sebagian besar tersusun atas abu vulkanik, bahan piroklastik vitrik lainnya (Yulia, 2015 : 1-3).

Karakteristik tanah andosol dibagi menjadi 4 faktor yaitu karakteristik berdasarkan morfologi, karakteristik berdasarkan mineralogi, karakteristik berdasarkan sifat kimia dan karakteristik berdasarkan sifat fisika. Berikut adalah penjelasan tentang karakteristik yang dimiliki tanah andosol.

1. Karakteristik Berdasarkan Morfologi

Dapat terlihat dan dikelompokkan menjadi beberapa kategori seperti susunan horizon, dan bentuk struktur serta tekstur. Tanah andosol memiliki susunan horizon A-Bw-C dan pada beberapa tempat horizon AC. Untuk horizon permukaan berjenis melanik, molik, fulvik dan umbrik yang mana harus memiliki kandungan organik sebesar 6 % dalam lapisan paling atas dengan ketebalan 30 cm. Secara umum tanah andosol di Indonesia memiliki susunan horizon A-Bw-C, dan pada beberapa tempat terdapat horizon AC sebagai horizon timbunan dan beberapa horizon timbunan lainnya seperti A-Bw-C 2A-2Bw-2C yang terbentuk akibat erupsi gunung berapi yang terjadi secara berulang ulang.

Untuk warna, tanah andosol memiliki warna gelap kecoklatan terutama pada horiozon humus dengan struktur remah, terlihat lebih gembur, kadar bahan organik tinggi, terasa licin saat berada ditangan. Tanah andosol di berbagai tempat memiliki kadar bahan organik yang berbeda beda dan berkisar antara 3 % hingga 22 % tergantung dari warna dan massa jenis. Mengenai tekstur tanah andosol mulai dari lempung berpasir hingga liat berpasir tergantung dari ukuran partikel saat terjadi erupsi dan selama proses pelapukan.

2. Karakteristik Berdasarkan Mineralogi

Setiap tanah pasti tersusun atas mineral termasuk tanah andosol yang berperan sangat penting dalam menentukan sifat kimiawi dan fisika tanah. Dengan melihat komposisi mineral terkandung dalam tanah, maka dapat pula menentukan proses pelapukan seperti apa yang telah terjadi, mineral tanah dapat dikategorikan menjadi dua bagian yakni mineral primer dan sekunder.

Mineral primer atau sering disebut dengan fraksi pasir merupakan mineral utama dengan susunannya sangat tergantung dari material erupsi gunung berapi yang berupa pasir dan abu yang mengalami pelapukan bersama bahan piroklastik, namun masih memiliki sifat fisik maupun kimia yang sama dengan bahan awalnya. Sementara itu untuk mineral sekunder sering disebut fraksi liat yang mempunyai ukuran sangat kecil yaitu dibawah 2 mikrometer dan terbentuk dari proses kimiawi dari mineral primer.

3. Karakteristik Berdasarkan Sifat Kimia

Tanah andosol sebelumnya berasal dari material gunung berapi yang mengalami pelapukan dan tentu saja melibatkan proses kimiawi didalamnya. Berdasarkan sifat kimia maka bahan organik tanah bersama unsur yang ada didalam tanah seperti Al, Fe dan silika aktif merupakan unsur paling dominan dalam mengatur reaksi kimia pada tanah andosol.

Tanah andosol di Indonesia memiliki kandungan unsur Al sangat dominan jika dibandingkan dengan unsur besi dan silika aktif, penyebab tingginya kadar aluminium tersebut karena berasal dari batuan induk yang bersifat masam (liparit), sedangkan jika berasal dari batuan induk basa maka kadar Al akan rendah. Hal ini

menjadi penyebab kenapa tanah andosol sangat resisten dengan unsur fosfor, terutama tanah andosol dengan kadar Al tinggi.

4. Karakteristik Berdasarkan Sifat Fisika

Secara garis besar tanah andosol memiliki sifat fisika seperti memiliki massa jenis yang lebih rendah daripada tanah lain, memiliki kadar air yang lebih tinggi, memiliki batas mencair tinggi dan indeks plastisitas rendah. Tanah andosol akan mengalami perubahan yang sifatnya tidak akan kembali ke bentuk asal jika dikeringkan.

Rendahnya massa jenis tanah andosol disebabkan oleh kandungan alofan yakni mineral yang memiliki sifat bentuk non kristalin. Selain itu penyebab lainnya adalah kandungan organik yang memiliki bentuk berongga. Struktur fisika tanah andosol terdiri dari dua kategori yaitu makrostruktur dan mikrostruktur, dimana makrostruktur terdapat di horizon A dengan bentuk granular sehingga sangat tahan terhadap daya rusak air hujan.

2.1.5. Faktor Eksternal Pertumbuhan Tanaman yang Dikendalikan Dalam Rumah Kaca

Faktor eksternal adalah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang disebabkan oleh faktor lingkungan di dalam rumah kaca. Beberapa faktor lingkungan yang dikendalikan pada pertumbuhan tanaman di dalam rumah kaca, yaitu seperti air, intensitas cahaya, suhu ruangan dan kelembaban tanah.

2.1.5.1. Air

Air adalah salah satu komponen yang sangat vital dan dibutuhkan dalam jumlah besar untuk pertumbuhan tanaman. Sebanyak 85% - 90% dari bobot segar

sel-sel dan jaringan tanaman sangat membutuhkan air. Peran air sebagai pelarut hara di dalam tanah menyebabkan tanaman dapat dengan mudah mengambil hara tersebut sebagai bahan makanan. Bahan makanan kemudian diserap melalui akar dan sekaligus mengangkut hara tersebut ke bagian-bagian tanaman yang memerlukan melalui pembuluh *xilem*.

Air juga diperlukan dalam proses fotosintesis untuk tanaman. Air dalam tanah akan diserap oleh akar kemudian masuk ke dalam tanaman, selanjutnya air akan menuju ke daun untuk menjalankan fotosintesis. Air akan digunakan untuk melarutkan glukosa sebagai hasil fotosintesis dan mengangkutnya ke seluruh bagian tumbuhan melalui pembuluh *floem*.

Air sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, apabila tanaman kekurangan air akan menimbulkan konsekuensi baik langsung atau tidak langsung pada metabolisme tanaman sehingga dapat menurunkan pertumbuhan tanaman. Kehilangan air pada jaringan tanaman akan berdampak sebagai berikut, yaitu menurunkan turgor sel, meningkatkan makro molekul serta senyawa-senyawa dengan rendah, mempengaruhi membran sel dan potensi aktivitas kimia air dalam tanaman (Oktara, 2014: 1).

2.1.5.2. Intensitas Cahaya

Cahaya matahari adalah sumber energi utama bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di dunia. Bagi tumbuhan yang khususnya berklorofil, cahaya matahari digunakan sebagai proses fotosintesis. Fotosintesis adalah proses dasar akan menentukan ketersediaan energi untuk menghasilkan makanan. Makanan yang dihasilkan dari fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan pada tanaman.

Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap tanaman yaitu menunjukkan pengaruh primer pada fotosintesis dan pengaruh sekunder pada morfogenetik. Pengaruh terhadap morfogenetik terjadi ketika tanaman mendapat intensitas pencahayaan yang rendah. Untuk membuat pencahayaan sesuai yang dibutuhkan tanaman, maka perlu diperhatikan saat tanaman menerima cahaya. Tanaman akan menerima cahaya melalui radiasi matahari. Radiasi matahari yang datang ke bumi berbentuk gelombang elektromagnetik yang bervariasi panjangnya, panjang gelombang elektromagnetik tersebut kemudian akan diterima oleh tanaman untuk memberikan energi yang dibutuhkan tanaman.

2.1.5.3. Suhu

Suhu atau temperatur sangat menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman. Lingkungan pertumbuhan tanaman dijaga untuk berada atau mendekati kondisi suhu yang optimum untuk pembudidayaan tanaman. Dalam pembudidayaan tanaman laju pertumbuhan akan bergerak linear ketika suhu mendekati suhu optimum yang diperlukan tanaman. Apabila terjadi peningkatan atau penurunan suhu dari suhu optimum maka akan mengakibatkan penurunan laju pertumbuhan.

Besarnya suhu optimum tanaman tergantung jenis pada jenis dan adaptasi tanaman. Sebagai contoh tanaman C3 mempunyai suhu fotosintesis efektif yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman C4. Hal ini berkaitan dengan kegiatan enzim RuDP-karboksilase (C3) dan PEP-karboksilase (C4) mempunyai kisaran suhu optimum berbeda. Suhu optimum yang diterima tanaman akan mempengaruhi aktivitas fisiologis tanaman (<http://eprints.ung.ac.id>, 2012: 2).

Pengaruh suhu terhadap aktivitas fisiologis tanaman yaitu seperti pertumbuhan akar, serapan unsur hara dan air dalam tanah. Selain mempengaruhi fisiologis tanaman, suhu juga berpengaruh terhadap kelembaban, aerasi, struktur, aktivitas mikroba dan enzimitik. Suhu udara dan suhu tanah berpengaruh penting pada peningkatan atau penurunan kelembaban baik di ruangan atau di dalam tanah.

2.1.5.4. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah jumlah air yang tersimpan diantara pori-pori tanah. Kelembaban tanah berubah secara dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan yang terjadi melalui permukaan tanah. Besarnya penyimpanan kapasitas air yang dapat disimpan dalam tanah tergantung pada tekstur, kedalaman dan struktur tanah. Keadaan tanah dapat tetap lembab ketika potensial air yang cukup, distribusi akar yang dimiliki jenis tanaman tidak melakukan penyerapan yang besar dan suhu di sekitar yang rendah.

1. Keadaan Kelembaban Tanah

Permeabilitas tanah atau kelembaban tanah ditentukan oleh tekstur dan struktur tanah. Perbedaan tekstur dan struktur juga dapat menentukan kapasitas menahan kelembaban air dalam tanah. Air di dalam tanah dapat terjadi karena ditahan oleh gaya absorpsi permukaan pori-pori tanah dan tegangan antara molekul air. Di sekeliling pori-pori tanah terdapat membran (lapisan tipis) air higroskopis yang diabsorpsi secara intensif. Makin jauh air dari permukaan tanah, maka makin lemah gaya absorpsi pori-pori tanah. Pada jarak tertentu air hanya dapat ditahan oleh tegangan antara pori-pori yang dimiliki tanah. Air yang tertahan oleh pori-pori tanah disebut air kapiler (Mori, 1971: 70).

2.1.6. *Zelio Logic Smart Relay*

Zelio adalah *smart relay* yang dibuat oleh salah satu perusahaan industri *Schneider Telemecanique*. *Smart relay* adalah suatu alat yang dapat diprogram oleh suatu bahasa tertentu yang biasa digunakan pada proses otomasi. *Smart relay* memiliki ukuran yang kecil dan relatif ringan. *Smart relay* didesain untuk *automated systems* yang biasa digunakan pada aplikasi industri dan komersial.



Gambar 2.2 Logo Zelio Smart Relay

Sumber: www.apkpure.com

Fungsi *smart relay* adalah suatu bentuk khusus dari pengontrolan berbasis *microprocessor* yang memanfaatkan memori untuk diprogram. Kemudian menyimpan instruksi-instruksi dengan aturan tertentu dan dapat mengimplementasikan fungsi-fungsi khusus seperti logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika dengan tujuan untuk mengendalikan mesin yang akan dilakukan secara otomatis dan berulang-ulang.

Smart relay ini dirancang sebaik mungkin agar mudah dioperasikan dan dapat diprogram oleh *non-programmer* khusus. Oleh karena itu perancang *smart relay* telah menempatkan sebuah program awal (*interpreter*) di dalam piranti ini, yang memungkinkan pengguna dapat memasukan program-program kontrol sesuai

dengan kebutuhan mereka dalam suatu bentuk bahasa pemrograman yang relatif sederhana dan mudah untuk dipahami (Limbong, Skripsi, 2010: 18-20).

Cara kerja *smart relay* yang pertama adalah memeriksa kondisi *input* yang akan digunakan pada *port*. *Smart relay* akan memeriksa setiap *input* yang ada, kemudian semuanya akan dimasukkan ke dalam memori untuk diproses. Langkah yang kedua adalah mengeksekusi program pada suatu intruksi sehingga kerja dari *smart relay* bekerja berdasarkan bahasa pemrograman. Langkah terakhir *smart relay* mengatur status pada perangkat keluaran.

Keunggulan *Smart Relay Zelio* antara lain :

1. Tersedianya modul komunikasi MODBUS sehingga *Zelio* dapat menjadi *slave* PLC dalam suatu jaringan PLC.
2. Tersedia fasilitas *Fast Counter* (hingga 1 KHz).
3. Dapat diprogram dengan menggunakan suatu program dari *Ladder* dan FBD.
4. Terdapat 16 buah *timer* (11 macam), 16 buah *counter*, 8 buah blok fungsi *clock* (setiap blok fungsi memiliki 4 kanal), *automatic summer / winter time switching*, 16 buah *analog comparator*.
5. Dapat ditambahkan 1 modul I/O tambahan.
6. Sangat mudah untuk diimplementasikan dan waktu implementasi proyek lebih cepat.
7. Bersifat fleksibel dan sangat handal.
8. Mudah dalam modifikasi (dengan *software*).
9. Lebih ekonomis daripada PLC untuk aplikasi yang sederhana.
10. Memerlukan waktu *training* lebih pendek.

2.1.6.1. Zelio Logic Smart Relay SR3B101BD

Smart relay yang penulis gunakan adalah keluaran dari pabrikan Schnieider yaitu *Zelio Logic Smart Relay type modular SR3B101BD*. Tipe *smart relay* SR3B101BD memerlukan sumber tegangan sebesar 24 Vdc. *Smart relay* tersebut merupakan tipe modular yang dapat ditambahkan lagi dari sisi *input* dan *output*. *Smart relay* ini memiliki 6 buah *input* digital dan 4 relay *output*. Dalam *Input* terdiri dari 2 *digital input* (I 1 dan I 2) dan 4 *analog input* (IB, IC, ID, IE), tegangan yang dimiliki *discrete input* yaitu sebesar 0 sampai 12 Vdc atau 0 sampai 24 Vdc.



Gambar 2.3 Smart Relay tipe SR3B101BD

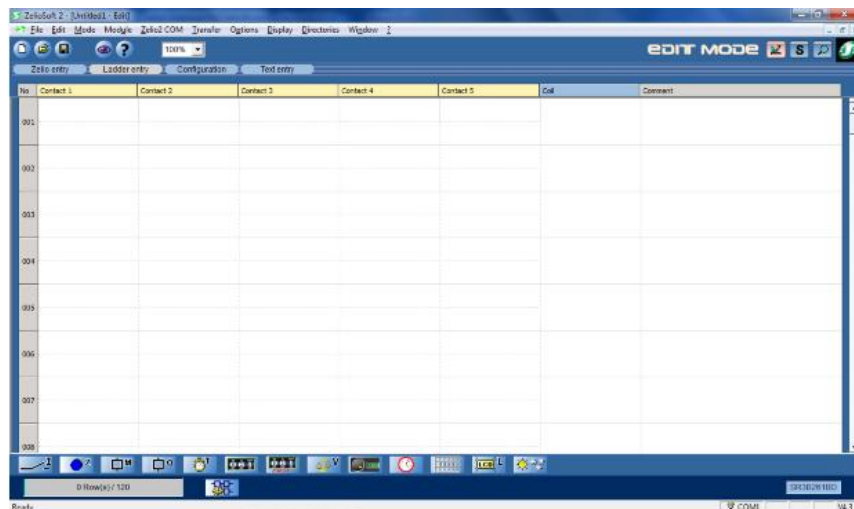
Sumber: www.uk.rs-online.com

Untuk *output* pada tipe SR3B101BD memiliki 4 buah relay *output* yang mampu menggunakan tegangan 12 sampai 240 Volt AC dan 0 sampai 24 Volt DC. Untuk arus yang dihasilkan dari *output* sebesar 8 A total dari buah 4 *output* yang dimiliki. *Smart relay* tipe SR3B101BD memiliki layar LCD yang dapat melakukan pengaturan langsung dari layar LCD tersebut. Penulis menggunakan

Zelio *Logic Smart Relay* dengan tipe SR3B101BS sebagai elemen proses karena *smart relay* ini sangat fleksibel dan handal ketika digunakan sebagai elemen proses untuk mengoperasikan sensor yang akan dijadikan sistem kendali di dalam rumah kaca. *Datasheet smart relay SR3B101BD* dapat dilihat pada lampiran 2.

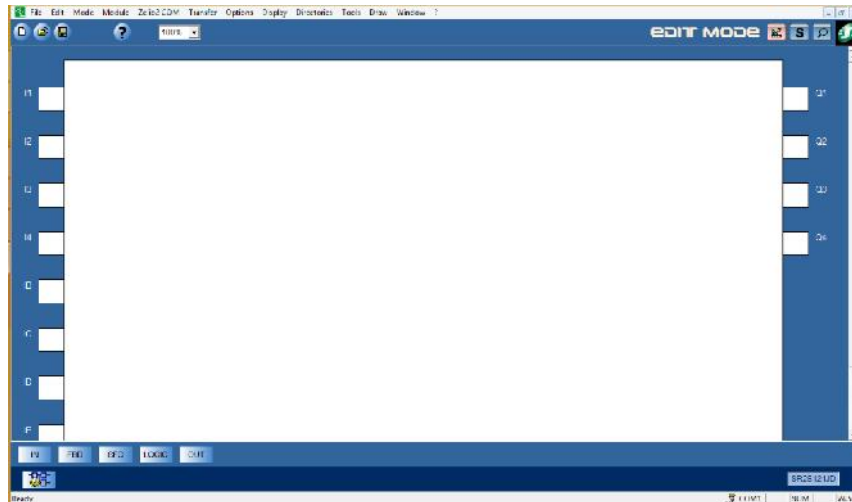
2.1.6.2. Software Zelio Soft 2

Pemrograman yang dipakai pada smart relay zelio menggunakan *software Zelio Soft 2*. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah *Ladder Diagram (LD)* dan *Function Block Diagram (FBD)*. Selain itu *software* ini juga dapat digunakan untuk simulasi, monitoring, dan pengawasan. Dan juga dapat mengunggah dan mengunduh program yang telah ada sebelumnya di dalam Zelio. *Zelio soft 2* dapat juga untuk meng-*compile* program secara otomatis.



Gambar 2.4 Tampilan Awal Zelio Soft 2 *Ladder Language*

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 2.5 Tampilan Awal Zelio Soft 2 FBD


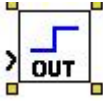




Sumber: Dokumen Pribadi

2.1.6.3. Simbol dan Fungsi Pemrograman Pada Zelio Soft 2

Zelio Soft 2 merupakan *software* yang digunakan untuk pembuatan pemrograman. Bahasa program yang akan digunakan penulis adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman *Function Block Diagram* (FBD). Prinsip pemrogramannya sama dengan menggunakan *ladder diagram*, yaitu menggunakan fungsi logika dengan memetakan kondisi *input* ke peralatan *output*.

Pada *software* zelio soft 2 terdapat berbagai macam simbol dan fungsi yang telah disediakan. Simbol-simbol tersebut dibagi menurut jenis dan fungsinya dan dijelaskan dalam bentuk tabel. Yang pertama pada jenis *input* dan *output* yang akan digunakan, dijelaskan melalui tabel 2.1.



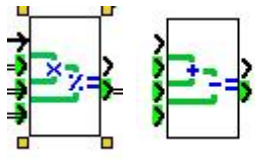

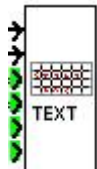
Tabel 2.1 Simbol *Input* dan *Output* Pada Program FBD Beserta Keteranganannya

No	Simbol <i>Input</i> dan <i>Output</i>	Keterangan
1		<i>Discrete Input</i> digunakan sebagai kontak yang berfungsi memberikan logika 1 dan 0.
2		<i>Discrete Output</i> digunakan untuk memberikan sinyal ke peralatan <i>output</i>
3		<i>Analog Input</i> digunakan untuk mengubah nilai tegangan DC dari <i>output</i> sensor ke nilai digital. Nilai digital tersebut berjarak antara 0 sampai 255 melalui <i>analog</i> 8 bit.
4		<i>Constant On</i> digunakan untuk memberikan fungsi 1 atau kondisi aktif.
5		<i>Constant Off</i> digunakan untuk memberikan fungsi 0 atau tidak aktif.
6		<i>Numerical Constant</i> digunakan untuk memberikan nilai integer yang digunakan. Nilai integer yang dapat digunakan antara -32768 dan +32767

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

Kemudian simbol yang terdapat pada jenis FBD yang akan digunakan penulis untuk pemrograman. Simbol dan keterangan untuk jenis di fungsi FBD dijelaskan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Simbol FBD dan Keterangannya

No	Simbol FBD	Keterangan
1		RS <i>Switching</i> digunakan untuk memberikan kondisi tetap atau melakukan <i>lock function</i> . Kondisi akan berubah jika kontak reset diberikan kondisi aktif. Kondisi set dan reset dapat diatur prioritasnya di pengaturan.
2		<i>Gain function</i> digunakan untuk mengubah nilai-nilai analog dengan mengkonversi baik diubah dari skalanya dan pembandingnya.
3		<i>ADD-SUB arithmetic function</i> digunakan untuk melakukan nilai tambah dan pengurangan ataupun pembagian dan pengkalian.
4		<i>Comparison of two values</i> digunakan untuk membandingkan 2 nilai yang dihasilkan oleh <i>input</i> analog. Kondisi <i>output</i> akan aktif jika hasil dari perbandingan 1 dan 2 adalah benar. Hasil perbandingan dapat diatur melalui syarat yang diinginkan.
5		<i>Automation Text</i> digunakan untuk menampilkan teks pada layar LCD <i>smart relay</i> .

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

2.1.7. Pengertian *Analog to Digital Converter* (ADC)

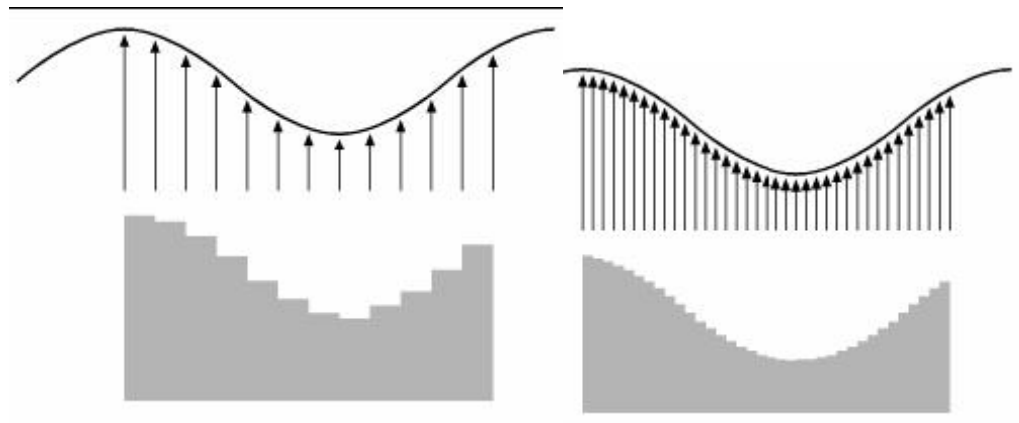
2.1.7.1. Pengertian Konverter

Alat bantu digital yang paling penting untuk teknologi kontrol proses adalah yang menerjemahkan informasi digital ke bentuk analog dan juga sebaliknya. Sebagian besar pengukuran variabel-variabel dinamik dilakukan oleh piranti ini yang menerjemahkan informasi mengenai variabel ke bentuk sinyal listrik analog. Untuk menghubungkan sinyal ini dengan sebuah komputer atau rangkaian logika digital, sangat perlu untuk terlebih dahulu melakukan konversi analog ke digital (AID). Hal-hal mengenai konversi ini harus diketahui sehingga ada keunikan, hubungan khusus antara sinyal analog dan digital.

2.1.7.2. Konverter ADC

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode-kode digital. ADC banyak digunakan sebagai Pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuranl pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital (komputer).

ADC (*Analog to Digital Converter*) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS).



Gambar 2.6. ADC dengan Kecepatan Sampling Rendah dan Kecepatan Sampling Tinggi

Sumber: Teknik Antar Muka ADC

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal *input* dapat dinyatakan dalam 255 ($2^8 - 1$) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit *output* data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit (Hariyanto, 2010: 1).

Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal *input* dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi 5 Volt, tegangan *input* 3 Volt, rasio *input* terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar 60 % x 255 = 153 (bentuk decimal) atau 10011001 (bentuk biner).

$$\begin{aligned}
 \text{signal} &= (\text{sample} / \text{max_value}) \times \text{reference_voltage} \\
 &= (153 / 255) \times 5 \\
 &= 3 \text{ Volts}
 \end{aligned}$$

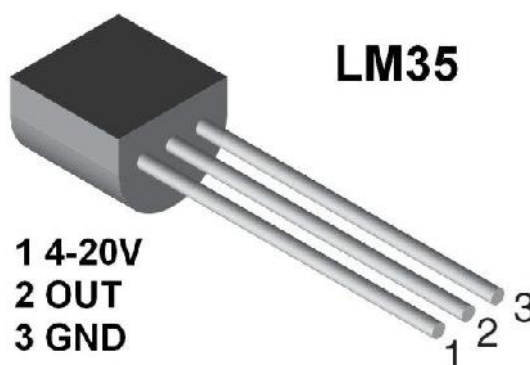
2.1.8. Peralatan *Input* dan *Output* Pada *Prototype* Rumah Kaca

2.1.8.1. Peralatan *Input*

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan sebagai sebuah perangkat atau *device* yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital. Sensor digunakan sebagai sistem kendali yang akan digunakan untuk mengendalikan parameter suhu ruangan, kelembaban tanah dan intensitas cahaya di dalam rumah kaca.

1. Sensor Suhu LM 35

Sensor suhu LM 35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM 35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, selain itu LM 35 memiliki keluaran impedansi yang rendah dan linearitas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus. Bentuk fisik dan pin pada sensor LM 35 dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sensor Suhu LM 35

Sumber: www.instructables.com

Gambar 2.6 menunjukkan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. 3 pin LM 35 menunjukkan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antara 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius*. *Datasheet* sensor suhu LM 35 dapat dilihat pada lampiran 3.

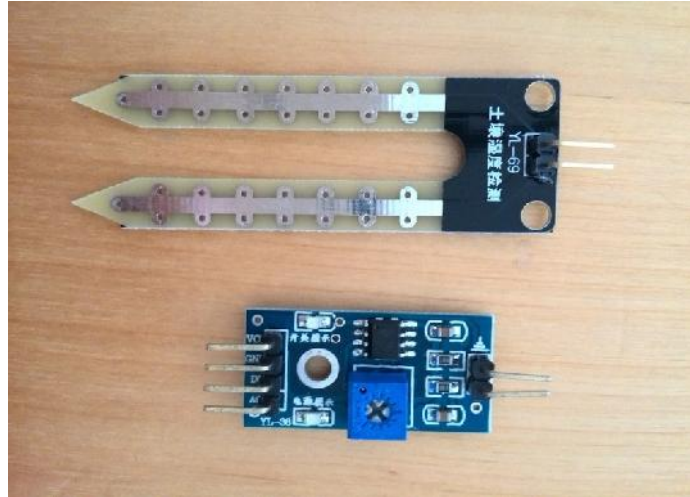
Karakteristik dari sensor LM35 adalah sebagai berikut:

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5 °C pada suhu 25 °C .
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 μ A.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidak linieran hanya sekitar $\pm 1/4$ °C.

2. Sensor Kelembaban Tanah YL 69 (*Moisture Sensor*)

Sensor soil moisture YL-69 adalah sensor yang mampu mengukur kelembaban tanah. Cara menggunakannya cukup mudah, yaitu dengan membenamkan *probe* sensor ke dalam tanah dan kemudian sensor tersebut akan langsung membaca kondisi kelembaban tanah. Kelembaban tanah dapat diukur melalui *value* yang telah tersedia di dalam sensor. Bentuk fisik sensor kelembaban

tanah YL 69 dapat dilihat pada gambar 2.8. *Datasheet* Sensor YL 69 dapat dilihat pada lampiran 4.



Gambar 2.8 Sensor Soil Moisture YL 69

Sumber: www.tiagoespinha.net

Sensor ini menggunakan dua buah *probe* untuk melewati arus melalui tanah, kemudian kedua *probe* tersebut membaca tingkat resistansinya untuk mendapatkan tingkat kelembaban tanah. Makin banyak air membuat tanah makin mudah mengalirkan arus listrik (resistansi rendah), sementara tanah kering sulit mengalirkan arus listrik (resistansi tinggi). Ada tiga buah pin yang terdapat pada sensor ini yang mana masing masing pin memiliki tugas sendiri sendiri, yaitu: Analog *output* yang (kabel biru), *Ground* (kabel hitam), dan *Power* (kabel merah).

2.1.8.2. Peralatan Output

Merupakan peralatan yang digunakan sebagai keluaran dari elemen proses. Ketika data *input* atau masukan telah diproses pada elemen proses kemudian data diubah agar menjadi bentuk sinyal yang akan digunakan untuk mengaktifkan elemen *output* atau keluaran. Peralatan *output* yang akan digunakan penulis pada

penelitian pengaturan suhu dan penyiraman menggunakan *zelio smart relay* adalah sebagai berikut:

1. Pompa Air Aquarium

Pompa air ini digunakan sebagai penyalur air yang akan digunakan sebagai penyiraman untuk di dalam rumah kaca. Pompa air ini bekerja apabila sensor kelembaban tanah YL 69 aktif dan kemudian pompa air tersebut menghisap air yang berada di penampungan air untuk di teruskan ke pipa-pipa yang berada di dalam rumah kaca. Pipa-pipa tersebut sebelumnya di desain dengan diberi lubang-lubang agar dapat mengeluarkan air dengan jumlah dan kecepatan air yang cukup untuk penyiraman. Bentuk fisik pompa air aquarium dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pompa Air Aquarium
Sumber: www.sanfordlagenda.blogspot.com

2. *Cooling Fan* (Kipas Angin Mini)

Cooling Fan digunakan untuk menghembuskan udara, *cooling fan* akan menjadi *output* yang bekerja karena sensor suhu LM 35 mendeteksi bahwa suhu ruangan mencapai batas yang tidak diinginkan. *Cooling fan* yang digunakan bekerja jika diberi sumber tegangan sebesar 12 Vdc. Ketika sensor bekerja maka *cooling fan* akan aktif dan menghembuskan udara dingin dari dalam *ice box* ke dalam rumah kaca, supaya suhu yang berada di dalam rumah kaca dapat kembali dengan normal. Bentuk fisik *cooling fan* dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Kipas angin mini (*cooling fan*)

Sumber: www.google.com

3. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Cahaya yang dihasilkan lampu pijar akan menghasilkan suhu udara di dalam rumah kaca akan meningkat, sehingga penulis memanfaatkan perubahan suhu yang dihasilkan lampu pijar saat menyala terang. Lampu pijar

yang akan digunakan penulis dengan besar 40 watt, bentuk fisik lampu pijar dapat dilihat pada gambar 2.11.



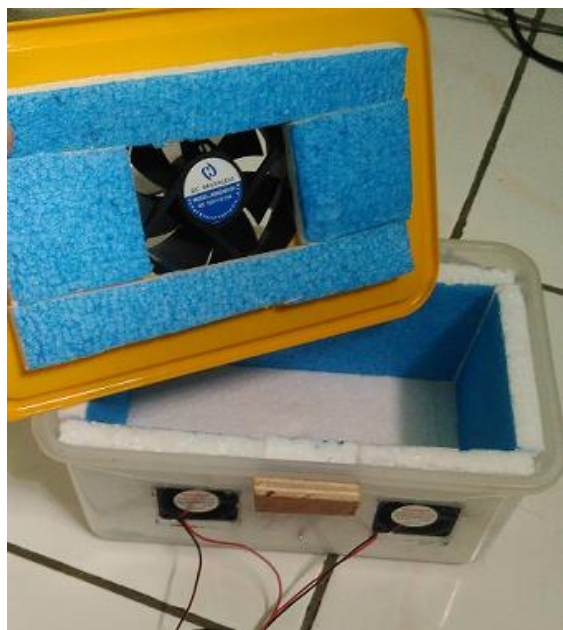
Gambar 2.11 Lampu Pijar 40 Watt
Sumber: www.sumberlampu.com

4. Ice Box atau Box Penyimpan Es

Box penyimpanan es atau *ice box* digunakan untuk mengatasi masalah agar es tidak cepat mencair. *Box* penyimpanan es dibuat dengan menggunakan *box* plastik dan didalam *box* dilapisi *sterofoam* agar batu es yang disimpan di dalam *box* pendingin tidak mudah cepat mencair. *Ice box* tersebut dimodifikasi sedemikian mungkin agar dapat menghembuskan udara yang di dalam *ice box* ke dalam rumah kaca. Bentuk fisik *ice box* yang dibuat penulis dapat dilihat pada gambar 2.12.



(a)



(b)

Gambar 2.12 (a) Penyimpanan Udara Dingin (*Ice Box*) Bagian Depan dan (b) Penyimpanan Udara Dingin (*Ice Box*) Bagian Dalam

Sumber: Dokumen Pribadi

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Penelitian tersebut dilaksanakan pada rentang waktu September 2016 – Januari 2017, semester 106 Tahun Akademik 2016/2017. Tujuannya adalah untuk menghasilkan *prototype* rumah kaca pada pengaturan suhu dan penyiraman air otomatis menggunakan *zelio smart relay*.

3.2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini akan menghasilkan suatu produk berupa sistem otomatisasi pada penyiraman air dan pengaturan suhu untuk mengendalikan kondisi lingkungan di dalam *prototype* rumah kaca, sehingga metode yang digunakan untuk penelitian tersebut adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan (*research and development*) adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2009:297). Dalam bidang teknologi pertanian, diharapkan produk yang dihasilkan melalui penelitian R&D dapat memberikan kemudahan dalam meningkatkan hasil pertanian.

3.3. Analisa Kebutuhan Sistem

Adapun alat bantu penelitian yang digunakan pada penelitian untuk kebutuhan sistem otomatis yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- a. Perangkat *hardware* untuk pemrograman, adalah : Laptop Lenovo G40-45 milik penulis akan digunakan untuk membuat program pada *Smart Relay Zelio Logic*.
- b. Perangkat *software* yang digunakan untuk membuat program di *smart relay* adalah : *Zelio soft 2*
- c. Alat yang digunakan dalam pembuatan *prototype shading house*, meliputi :
 1. Bor tangan listrik.
 2. *Soldering atracktor*.
 3. *Screwdrivers*.
 4. *Cutter acrylic*.
 5. Peralatan perkakas lainnya.
- d. Bahan yang digunakan pembuatan *prototype shading house*, meliputi :
 1. Lembaran *acrylic*.
 2. Papan kayu.
- e. Perangkat keras yang digunakan untuk sistem kendali otomatis *prototype*, meliputi :
 1. *Cooling fan*.
 2. Lampu pijar 40 watt.
 3. Pompa air aquarium.
 4. *Smart Relay Zelio SR3B101BD*
 5. *Ice box* atau box penyimpanan es.
- f. Alat ukur yang digunakan, meliputi :
 1. *Multitester* analog dan digital yang digunakan untuk mengukur tegangan, arus dan sambungan kabel pada sebuah rangkaian alat penelitian.

2. Termometer ruangan untuk mengukur suhu di dalam rumah kaca.
3. *Moisture* meter untuk mengukur kelembaban tanah.

3.4. Prosedur Penelitian

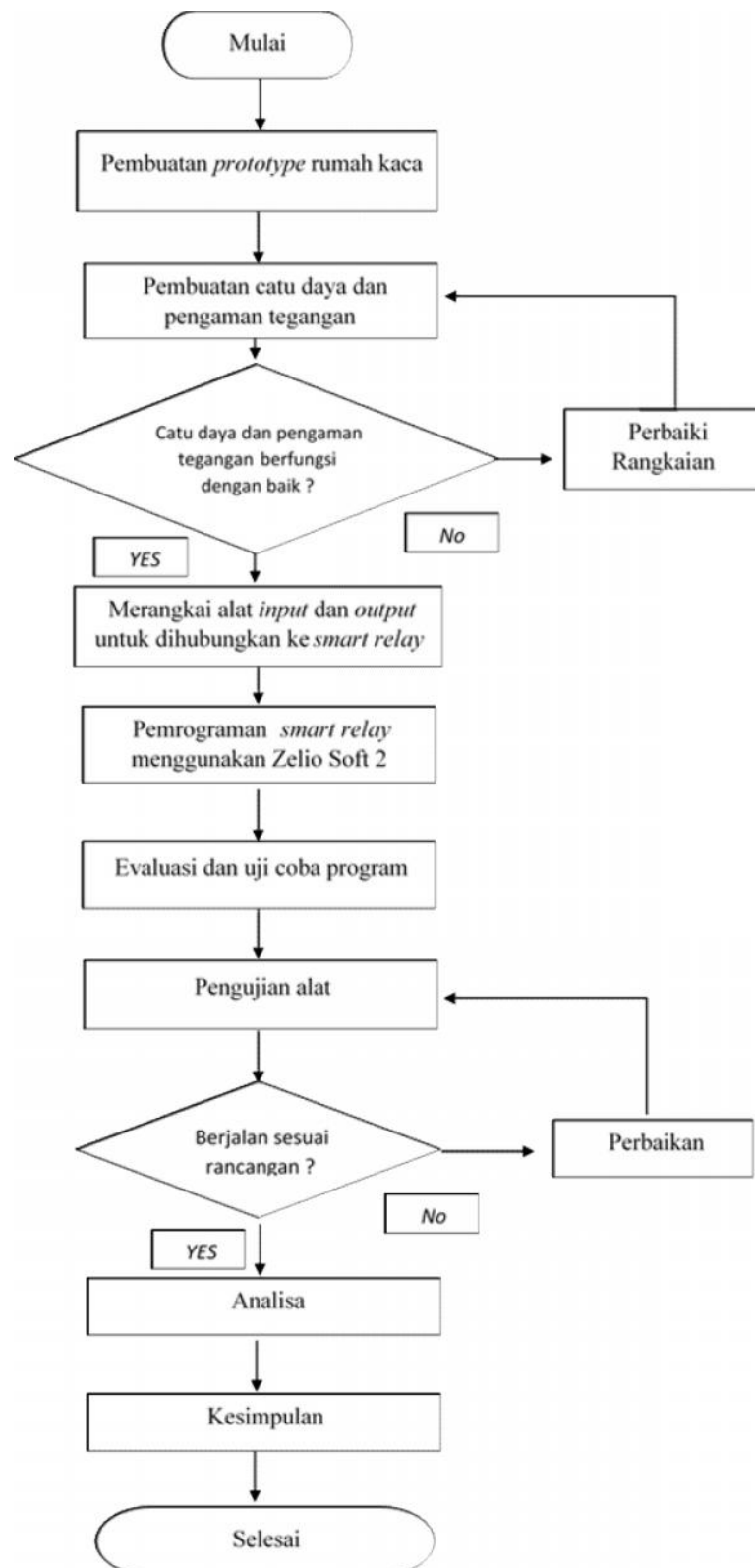
Prosedur penelitian yang ditempuh dalam merancang dan membuat sistem terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

1. Pemilihan tipe *smart relay* sesuai dengan kebutuhan *input* dan *output* yang akan digunakan.
2. Penggunaan *acrylic* sebagai bahan untuk pembuatan *prototype* rumah kaca.
3. Penggunaan sensor LM 35 untuk mengendalikan kondisi suhu ruangan di dalam rumah kaca.
4. Penggunaan sensor YL 69 untuk mengendalikan kondisi kelembaban tanah.
5. Penggunaan pompa aquarium sebagai kendali *output* untuk mengaliri air apabila proses penyiraman sedang dilakukan.
6. Penggunaan kipas mini atau *colling fan* sebagai kendali *output* untuk menghembuskan suhu dari dalam *ice box* ke dalam rumah kaca.
7. Menggunakan *ice box* digunakan untuk membantu menyimpan suhu dingin.
8. Penggunaan lampu pijar digunakan sebagai kendali untuk mengontrol kondisi suhu panas yang berada di dalam rumah kaca.
9. Pemrograman *zelio smart relay* dengan menggunakan *software Zelio Soft 2*.
10. Setelah program selesai dibuat, maka program di-*upload* ke *Zelio Smart Relay SR3B101BD*. Setelah proses berhasil tidak ada kesalahan maka sistem dinyatakan berhasil.
11. Menguji coba setiap rangkaian kendali.
12. Menguji coba *input* sensor suhu dan kelembaban tanah untuk dikalibrasi.

13. Menguji coba sistem rumah kaca secara keseluruhan.
14. Menyimpulkan hasil penelitian dari hasil pengujian tersebut.

3.5. Rancangan Penelitian

Dalam merancang sistem kendali yang terdapat di dalam rumah kaca, maka perlu dilakukan pendahuluan dengan cara perancangan alat terlebih dahulu. Perancangan alat dibuat sesuai dengan tujuan dan maksud pembuatan alat yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya. Oleh karena itu langkah-langkah yang dibuat berdasarkan oleh hal tersebut. Langkah-langkah pembuatan hingga pengujian alat dilakukan berdasarkan urutan sesuai dengan diagram alir pada gambar 3.1.

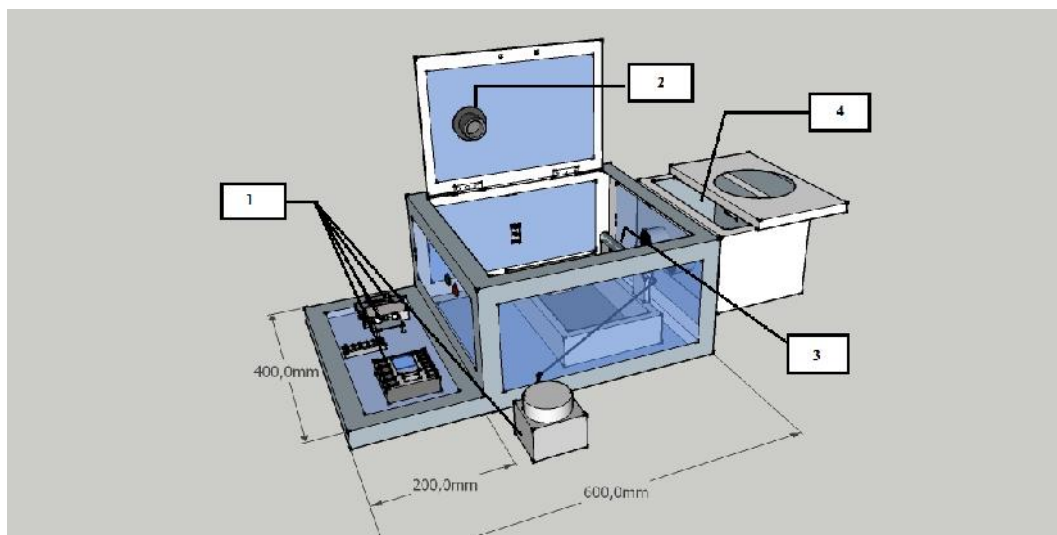


Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan *Prototype* Rumah Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

3.5.1. Perancangan *Prototype* Rumah Kaca

Perancangan *prototype* rumah kaca akan dibuat berbentuk seperti balok, sehingga memiliki panjang sisi 60 cm, lebar 40 cm dan tinggi 20 cm. Maket untuk rumah kaca akan dibuat dengan menggunakan bahan aluminium untuk kerangkanya dan *acrylic* untuk bagian sisinya. Penggunaan aluminium dan *acrylic* sebagai bahan utama di rumah kaca agar *prototyoe* tersebut ringan dan memudahkan saat mendemonstrasikan pengujian alat. Desain *prototype* rumah kaca dapat dilihat pada gambar 3.2.

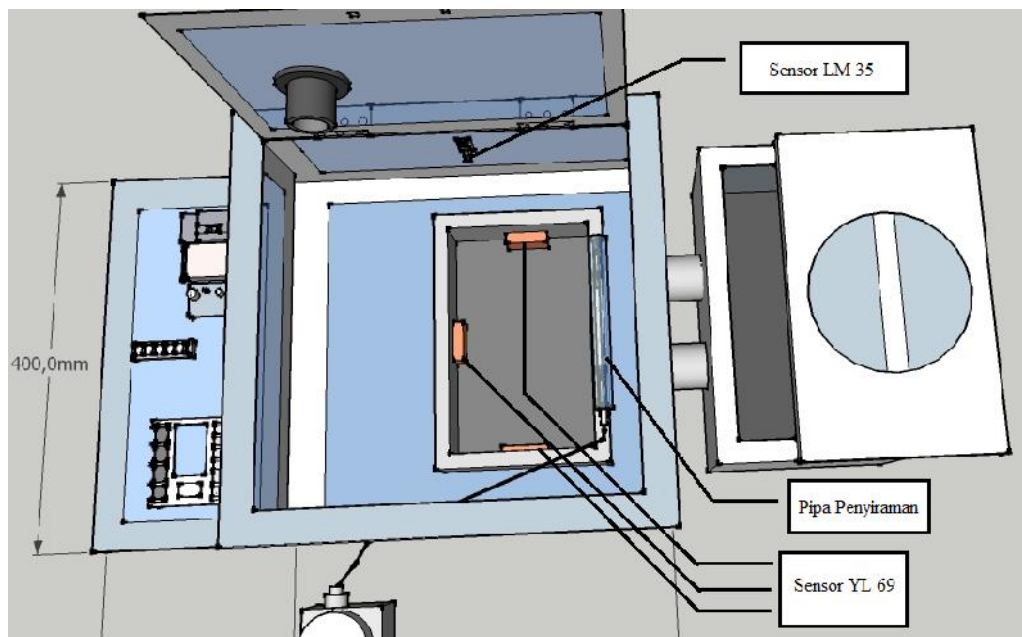


Gambar 3.2 Perancangan *Prototype* Rumah Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

Sebagai penjelasan untuk gambar 3.2, penulis memberikan nomor-nomor yang akan digunakan untuk menjelaskan dalam perancangan peletakan komponen-komponen di rumah kaca. Bagian nomor 1 pada bagian gambar 3.2 dibuat untuk peletakan komponen *smart relay*, catu daya, MCB dan pompa air. Peletakan komponen-komponen tersebut berada di bagian luar rumah kaca agar tidak mudah rusak, dikarenakan peralatan tersebut sangat sensitif dengan perubahan suhu dan juga air yang berada di dalam rumah kaca.

Peletakan komponen *input* diletakan di dalam *shading house*, untuk komponen *input* terdapat sensor LM35 dan YL 69 yang akan diletakan di dalam *prototype* rumah kaca. Agar dapat memonitoring kondisi didalam rumah kaca secara langsung, sehingga mampu memberikan data yang baik tanpa ada pengaruh dari luar rumah kaca. Peletakan komonen *input* sensor dijelaskan pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Peletakan Komponen *Input* Sensor

Sumber: Dokumen Pribadi

Kemudian untuk pada peralatan *output* nomor 2 pada gambar 3.2 merupakan perancangan untuk lampu pijar, lampu pijar digunakan untuk memberikan udara hangat dengan memanfaatkan terang cahaya yang dihasilkan lampu pijar tersebut. Perancangan untuk pipa-pipa nomor 3 pada gambar 3.2 akan digunakan sebagai pipa saluran pompa air untuk penyiraman di rumah kaca. Kemudian nomor 4 pada gambar 3.2 digunakan untuk meletakan batu es dalam *ice box*, *ice box* digunakan untuk menyimpan suhu udara dingin yang dihasilkan batu es. Kemudian *colling fan* menghembuskan udara dingin dari dalam *ice box* ke dalam *shading house*.

Desain perancangan tersebut dilakukan untuk mempermudah peneliti dalam merancang sistem kendali *prototype* rumah kaca.

3.5.2. Rangkaian Catu Daya

Pada sistem kendali penulis menggunakan beberapa catu daya untuk dijadikan sumber tegangan. Penulis menggunakan adaptor dengan tegangan sebesar 24 Vdc untuk digunakan sebagai sumber tegangan zelio *smart relay*. Sedangkan untuk sumber tenaga yang akan digunakan pada sistem kendali baik dari *input* dan *output* yaitu dengan mengubah tegangan sumber 220 Vac menjadi arus searah kemudian diperkecil tegangannya menjadi 12 Vdc dan 5Vdc.

Tegangan yang telah diubah ke arus searah, diubah besarnya ke beberapa jenis. Sumber tegangan yang akan digunakan peralatan *output colling fan* akan menggunakan tegangan sebesar 12 Vdc. Kemudian untuk sumber tegangan peralatan *output* yang akan digunakan untuk lampu pijar dan pompa air adalah menggunakan tegangan sebesar 220 Vac. Lalu untuk sumber tegangan yang akan digunakan sensor adalah 5 Vdc, yaitu dengan memperkecil nilai tegangan dari 12 Vdc menjadi 5 Vdc.

3.5.3. Perancangan *Prototype*

Perancangan penelitian *prototype* merupakan suatu rencana atau gagasan yang komprehensif dan mempunyai suatu tujuan yang terarah agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Perancangan penelitian pada *prototype* sistem otomatis pengendali penyiraman air dan pengaturan suhu di rumah kaca adalah sebagai berikut :

3.5.3.1. Pengalamatan *Input* dan *Output Prototype* Rumah Kaca

Pengalamatan peralatan *input* dan *output* bertujuan untuk mempermudah saat melakukan pemasangan *wiring* dan juga pemrograman. Pengalamatan *input* dan *output* dibuat dengan menggunakan bentuk tabel untuk menentukan pin-pin pada *smart relay* yang akan digunakan sensor dan peralatan *output*. Tabel *input* dan *output* yang akan digunakan dalam pengalamatan ditunjukkan melalui tabel 3.1.

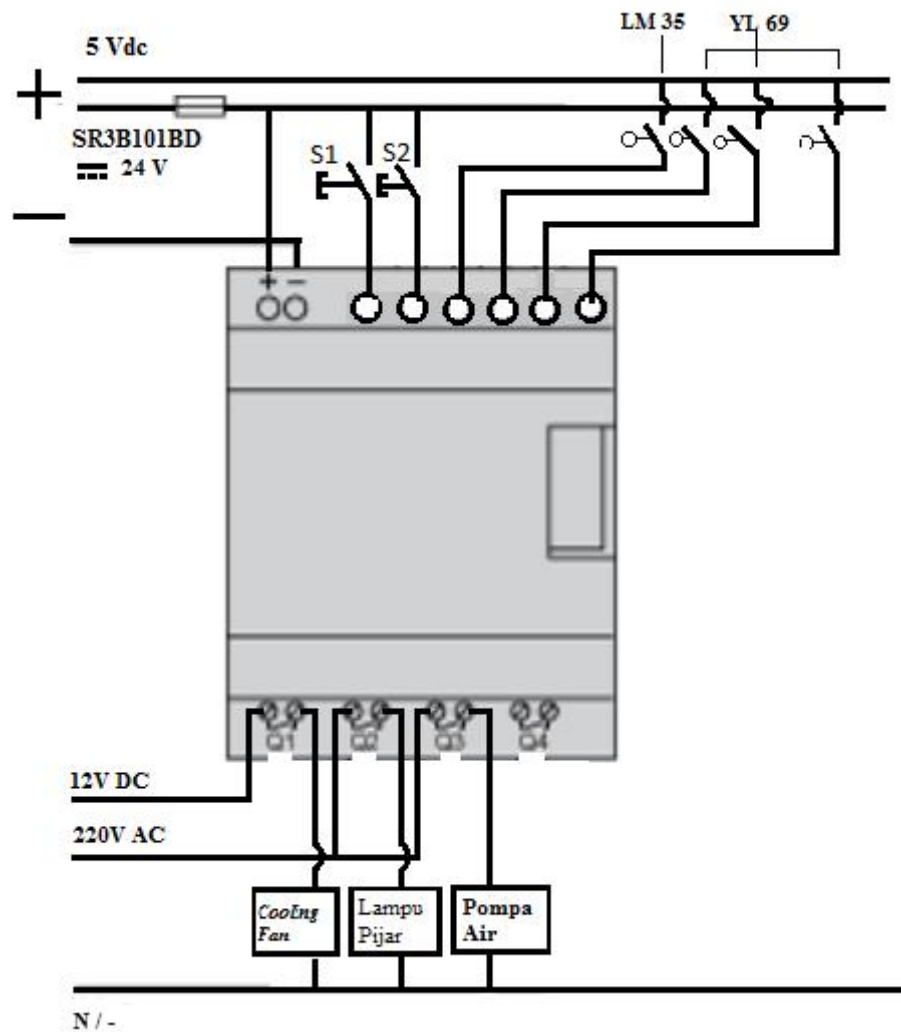
Tabel 3.1 *Input dan Output Smart Relay*

Status	Deskripsi	Pin <i>Smart Relay</i>
<i>Input</i>	PB 1 (Hijau)	I1
	PB 2 (Merah)	I2
	Sensor LM 35	IB
	Sensor YL 69	IC
	Sensor YL 69	ID
	Sensor YL 69	IE
<i>Output</i>	<i>Cooling fan</i>	Q1
	Lampu Pijar 40 watt	Q2
	Pompa Air Aquarium	Q3

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

3.5.3.2. *Wiring Diagram Smart Relay*

Diagram pengawatan adalah skema pengawatan listrik yang berupa bentuk garis atau berupa jalur-jalur aliran listrik mulai dari catu daya, *input* dan *output* yang akan digunakan dalam suatu sistem satu rangkaian mesin. Pembuatan *wiring diagram* dilakukan untuk memudahkan dalam melakukan instalasi pada *smart relay* dengan komponen *input* dan *output*. Gambar pengawatan pada *smart relay* dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Pengawatan Smart Relay

Sumber: Datasheet SR3B101BD

Berdasarkan gambar pengawatan 3.4 di atas dijelaskan pada simbol S1 dan S2 digunakan untuk *push button* berfungsi sebagai tombol *start* dan *stop*. Tombol *start* dan *stop* tersebut digunakan untuk memulai dan menghentikan sistem pada *prototype* rumah kaca. Kemudian pada bagian *input* dihubungkan dengan sensor melalui *input* pin analog. Keluaran data dari sensor masuk ke pin analog bertujuan supaya data dari sensor tersebut dapat diproses oleh *smart relay* untuk diolah melalui program yang telah dibuat. Pada rangkaian *output* dipasang sesuai dengan tabel pengalamatan yang telah dibuat.

3.5.4. Perancangan Perangkat Lunak

Penelitian dalam pembuatan sistem otomatis menggunakan *zelio smart relay* memerlukan bahasa pemrograman untuk mengatur sistem yang akan digunakan pada *smart relay* agar berjalan dengan baik. Pemrograman pada *smart relay* dibuat sesuai dengan keadaan berdasarkan keadaan yang telah ditentukan berdasarkan teori sebelumnya.

3.5.4.1. Pemrograman *Zelio Soft 2*

Dalam penelitian pengaturan suhu dan penyiraman air otomatis menggunakan *zelio smart relay*, penulis menggunakan *Zelio smart relay* tipe SR3B101BD sebagai elemen prosesnya. *Software* yang akan digunakan untuk membuat program pada SR3B101BD tersebut dengan menggunakan *Zelio Soft 2* yang telah diberikan secara gratis oleh pihak *Schnieder Electric*. Bahasa program yang digunakan untuk mengoperasikan *smart relay* ini sama seperti PLC yaitu menggunakan *Ladder Language* atau FBD (*Function Block Diagram*) *Language*.

Untuk memulai membuat program baru dengan menggunakan *Zelio Soft 2* dapat mengikuti langkah-langkah seperti berikut ini:

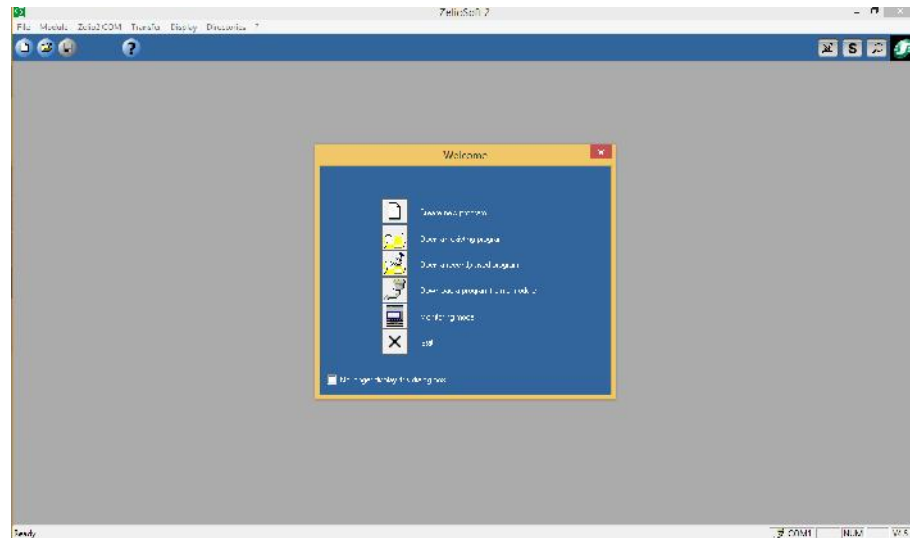
1. Pertama buka program “**Zelio Soft 2**” yang berada di dekstop, berikut adalah gambar *icon* untuk *Zelio Soft 2* dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Icon Zelio Soft 2*

Sumber: Dokumen Pribadi

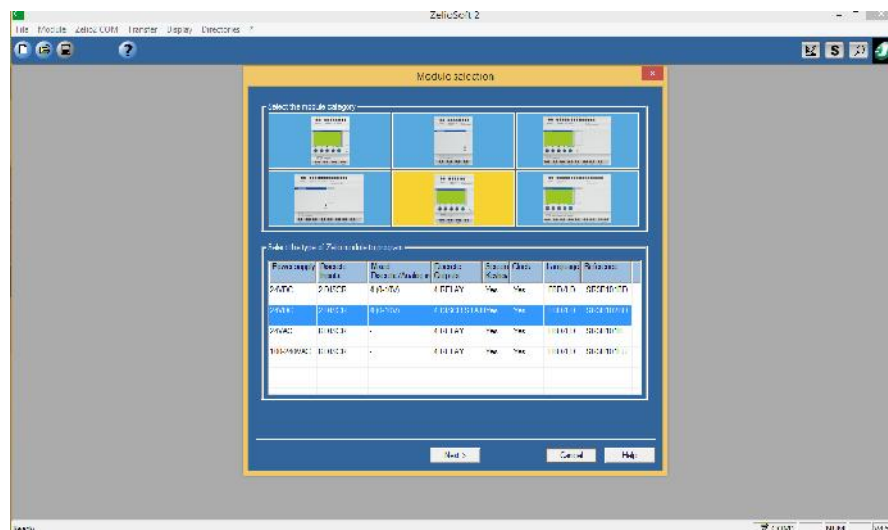
2. Setelah masuk ke dalam program zelio soft 2, kemudian klik “**Create New Program**” untuk membuat program baru. Gambar pembuatan program baru dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Membuat Program Baru di Zelio Soft 2

Sumber: Dokumen Pribadi

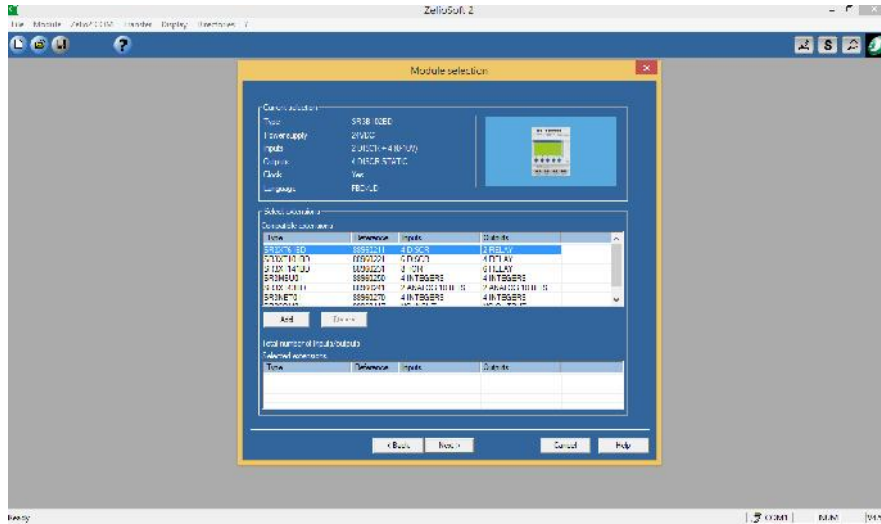
3. Kemudian masuk ke **Module selection**. Pilih 1 modul yang akan digunakan pada kolom **select the module category** (dalam penelitian ini pilih **smart relay SR3B101BD**), seperti yang dijelaskan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pemilihan Module Category di Zelio Soft 2

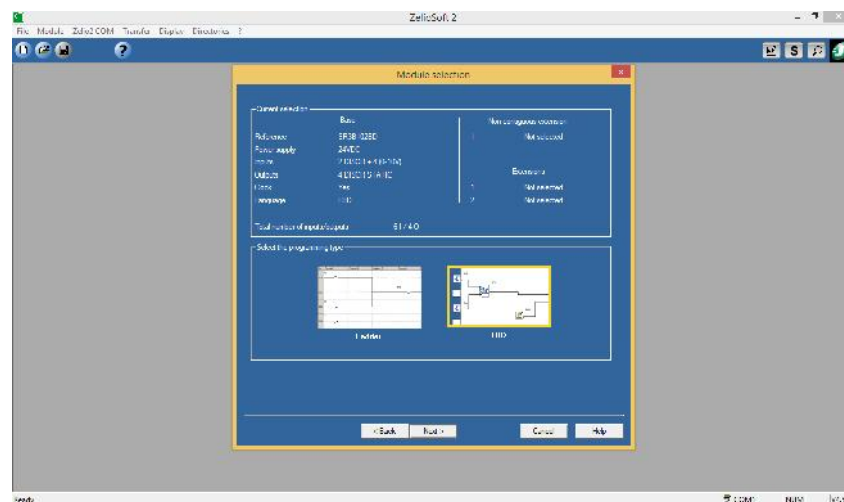
Sumber: Dokumen Pribadi

4. Kemudian pada kolom *select the type of zelio module to program* pilih yang memiliki *reference* SR3B101BD, kemudian klik “Next”. Dijelaskan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pemilihan Program Modul Sesuai Refrensi SR3B101BD
Sumber: Dokumen Pribadi

5. Setelah memilih tipe modul yang dipilih untuk di program, kemudian pilih bahasa program yang akan digunakan untuk memprogram. Terdapat 2 bahasa program yaitu, *Ladder Language* dan *FBD*. Pemilihan bahasa program yang akan digunakan dijelaskan pada gambar 3.9.

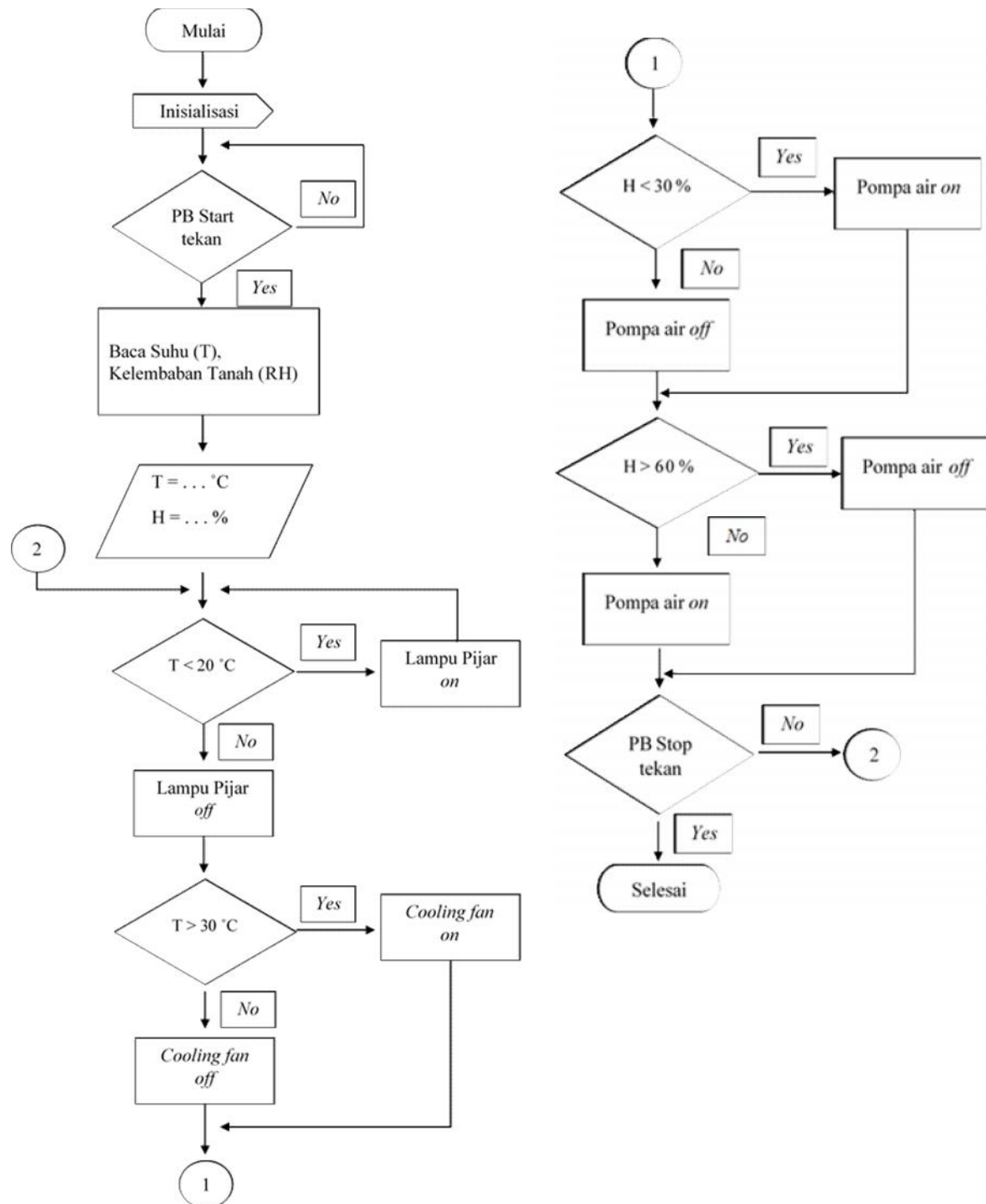


Gambar 3.9 Pemilihan Bahasa Pemrograman di Zelio Soft 2
Sumber: Dokumen Pribadi

Setelah melakukan intruksi sesuai dengan langkah-langkah di atas, baru dapat memulai untuk menjalankan pemrograman.

3.5.4.2. Diagram Alir Sistem Pemrograman Pengendalian Rumah Kaca

Berdasarkan sensor yang akan digunakan sebagai pengendali untuk mengendalikan kondisi lingkungan di dalam rumah kaca berbasis *Zelio Smart Relay*. Maka pemrograman akan dilakukan dengan menggunakan *software Zelio Soft 2* yaitu dengan membuat sintaks program berdasarkan gambar diagram alir yang tertera pada gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.10 Diagram Alir Sistem Pemrograman Pengendalian Rumah Kaca
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan daigram alir pada gambar 3.9 diatas, dijelaskan cara untuk membuat program pada sistem otomatis di rumah kaca. Cara kerja sistem otomatis pengaturan suhu dan penyiraman air yang akan digunakan dalam rumah kaca adalah sebagai berikut:

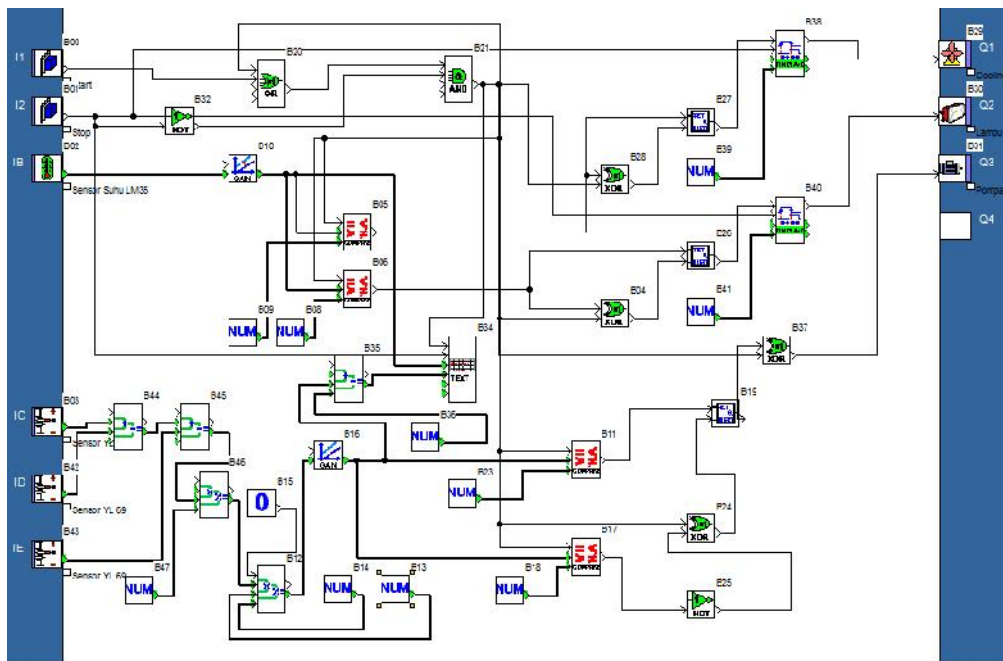
1. Hubungkan catu daya dengan tegangan 220 Vac milik PLN, kemudian rangkaian catu daya tersebut akan mengubah tegangan menjadi Vdc dan memperkecil besar tegangan menjadi 12 Vdc dan 5 Vdc. Tegangan 220 Vac, 12 Vdc dan 5 Vdc digunakan untuk sumber tegangan komponen *input* dan peralatan *output*. Untuk sumber tegangan yang digunakan *smart relay* dipisah menggunakan adaptor 24 Vdc secara sendiri agar lebih aman.
2. Kemudian aktifkan tombol start untuk mengaktifkan sistem untuk berkerja, ketika tombol start ditekan maka akan mengaktifkan tampilan LCD , indikator *power supply* dan sensor.
3. Layar LCD akan menampilkan nilai pembacaan sensor sesuai dengan parameter yang dikendalikan.
4. Sensor akan secara langsung memantau kondisi dalam *shading house* selama sistem sedang aktif.
5. Pengendalian pada sensor suhu, sensor suhu akan mendeteksi suhu yang berada di dalam rumah kaca. Apabila suhu di rumah kaca berada dibawah 20 °C, maka lampu pijar akan aktif untuk memberikan cahaya hangat melalui penerangannya. Dan apabila kondisi suhu di dalam rumah kaca berada diatas 30 °C, maka *cooling fan* akan aktif untuk memberikan udara dingin yang telah disimpan pada *ice box*. Kedua peralatan *output* tersebut bekerja secara bergantian sesuai dengan perubahan kondisi suhu yang terjadi di dalam rumah

kaca. Untuk komponen *output* pengendalian suhu menggunakan tegangan sumber sebesar 12 Vdc untuk mengaktifkan *colling fan* dan 220 Vac untuk mengaktifkan lampu pijar.

6. Pengendalian pada sensor kelembaban tanah, sensor kelembaban tanah akan mendeteksi kadar air yang berada di dalam tanah. Apabila sensor kelembaban tanah mendeteksi kadar air di dalam tanah kurang dari 30 %, maka pompa air akan aktif untuk menghisap air di dalam tangki penampungan dan disalurkan melalui pipa-pipa di dalam rumah kaca untuk melakukan penyiraman pada media tanam. Jika kadar air dalam tanah sudah melebihi 60 % maka akan mematikan pompa air. Untuk komponen *output* pompa penyiraman air menggunakan tegangan sumber 220 Vac
7. Untuk mematikan sistem otomatisnya dapat menekan tombol stop, kemudian LCD *smart relay* akan berubah sesuai kondisi awal.

3.5.4.3. Perancangan Program Sistem Rumah Kaca dalam *Zelio Soft 2*

Pemrograman yang dibuat dalam perancangan *shading house* berdasarkan gambar *flowchart* 3.10. Program dibuat dengan menggunakan *software* dari *Sechneider Electric* yaitu *Zelio Soft 2*, bahasa programan yang akan dibuat oleh penulis dengan menggunakan *Functional Block Diagram* (FBD). Berikut adalah bahasa program FBD yang digunakan untuk perancangan rumah kaca dijelaskan pada gambar 3.11.

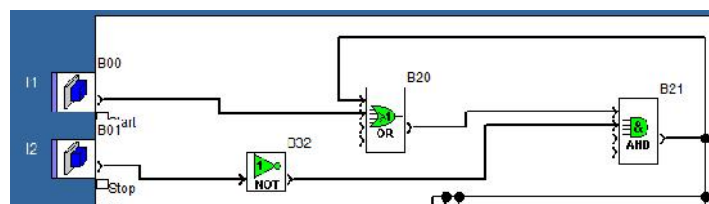


Gambar 3.11 Perancangan Program FBD Sistem Rumah Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

1. Pembahasan Program Sistem Rumah Kaca

Berdasarkan program yang dibuat penulis sesuai dengan gambar *flowchart* 3.9, sistem berjalan ketika program *input* pada I1 ditekan dan untuk menghentikan sistem yaitu dengan menekan *input* I2. Saat *input* I1 ditekan maka akan mengunci kontak bantu sehingga ketika *input* I1 dilepas kondisi *output* tetap berada posisi aktif. Kemudian untuk *input* I2 dibuat posisi *normally closed*, ketika ingin menghentikan sistem dapat menekan *input* I2 lalu sistem akan berhenti secara keseluruhan. Berikut adalah gambar sistem program untuk kondisi *input on dan off* pada gambar 3.12.

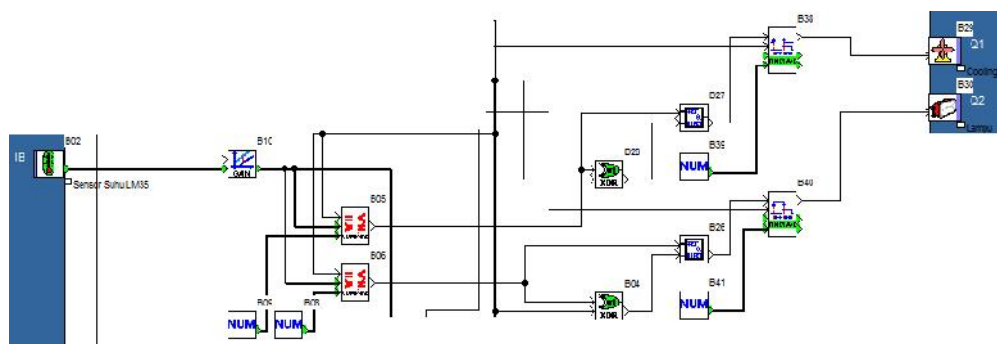


Gambar 3.12 Bagian Program *Input* dan *Output* Sistem Rumah Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

Program yang digunakan untuk mengoperasikan kondisi suhu, menggunakan kondisi *input* dengan tipe *analog*. Kondisi *input analog* digunakan untuk membaca kondisi sensor terhadap suhu yang berada didalam ruangan *shading house*. Fungsi komparator digunakan untuk menentukan nilai *set point* untuk dibandingkan kebenarannya dengan membandingkan nilai yang terbaca dari keluaran sensor LM 35. Dari hasil perbandingan nilai yang sesuai dengan *set point* sehingga dapat mengaktifkan dan menonaktifkan *output colling fan*.

Selain fungsi komparator, penulis juga menggunakan fungsi *RS Switching* yaitu fungsi yang digunakan untuk melakukan *set* dan *reset*. Fungsi *set* dan *reset* tersebut digunakan untuk memberikan sinyal yang tetap untuk mengaktifkan peralatan *output*, jika ingin menonaktifkan peralatan *output* dapat memberikan sinyal pada fungsi *reset* sehingga *output* akan berada pada kondisi tidak aktif. Kemudian terdapat fungsi yang digunakan untuk memberikan waktu jeda saat *output cooling fan* tidak aktif. Berikut adalah bagian program untuk pengendalian suhu di sistem *shading house* pada gambar 3.13.

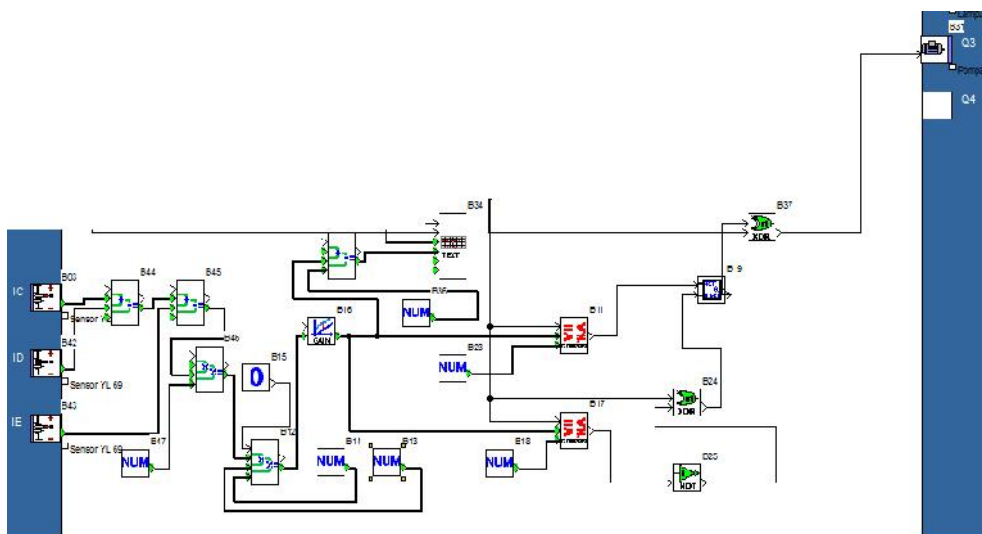


Gambar 3.13 Bagian Program Pengendalian Suhu

Sumber: Dokumen Pribadi

Program untuk mengatur kondisi kelembaban tanah diatur melalui *input analog*, cara kerjanya sama seperti pengaturan kondisi suhu yaitu dengan membandingkan *set point* yang dimasukkan pada fungsi komparator kemudian

dibandingkan dengan nilai yang masuk di *input analog*. Dari perbandingan nilai tersebut digunakan untuk menentukan kondisi peralatan *output* aktif atau tidak. Sama seperti program pengendalian kondisi suhu, dalam program kondisi kelembaban tanah menggunakan fungsi *RS Switching*. Berikut adalah bagian program untuk melakukan pengendalian kondisi kelembaban tanah di sistem rumah kaca pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Bagian Program Pengendalian Kelembaban Tanah

Sumber: Dokumen Pribadi

3.6. Pengujian Alat

Pada tahap pengujian peneliti melakukan uji coba pertama, yaitu memastikan *Zelio smart relay* dapat terhubung dengan PC atau Laptop menggunakan kabel penghubung untuk *zelio* dengan PC. Uji coba selanjutnya yaitu dengan menguji perangkat *hardware* dan *software* yang berperan untuk mengendalikan sistem di dalam rumah kaca. Pengujian dilakukan untuk mengetahui peralatan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan, jika pengujian alat sesuai dengan deskripsi kerja maka alat tersebut berfungsi dengan baik.

3.6.1. Pengujian *Hardware*

Pengujian *hardware* dilakukan untuk menguji pin-pin *smart relay*, komponen-komponen yang digunakan pada peralatan *input* dan *output*. Pengujian dilakukan apakah peralatan tersebut berjalan dengan baik atau tidak, karena apabila ada kesalahan pada komponen-komponen yang akan digunakan akan mengganggu kinerja sistem.

3.6.1.1. Pengujian Suhu di Dalam Rumah Kaca

Pengujian suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor LM 35 dengan termometer ruangan analog dan mengukur tegangan yang dihasilkan sensor dari setiap perubahan suhu. Pengujian dilakukan di dalam ruangan rumah kaca sebanyak 5 kali dengan 4 pewaktuan yang berbeda yaitu pada pagi, siang, sore dan malam hari. Untuk setiap percobaannya kemudian data pengujian suhu dicari perbedaan kesalahan untuk dibandingkan. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian sensor suhu ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengujian Tegangan Sensor Suhu LM 35

NO	Pembacaan Suhu di Sensor LM35 °C				Termometer Suhu Ruangan °C				Pembacaan Tegangan di Sensor LM35 V				Error °C $ (T_{\text{sensor}} - T_{\text{termometer}}) $
	Pagi (05.00)	Siang (12.00)	Sore (17.00)	Malam (22.00)	Pagi (05.00)	Siang (12.00)	Sore (17.00)	Malam (22.00)	Pagi (05.00)	Siang (12.00)	Sore (17.00)	Malam (22.00)	
1													
2													
3													
4													
5													

Sumber: Dokumen Pribadi Milik Penulis

3.6.1.2. Pengujian Sensor Kelembaban Tanah YL 69

Banyaknya air dalam tanah pada suatu keadaan tertentu, umumnya disebut dengan kelembaban tanah dan digunakan untuk menentukan kemampuan sifat air tertahan di dalam tanah. Pertama yang dilakukan dalam pengujian adalah mengambil tanah jenis andosol sesberat 1 Kg dan kemudian diberikan air sedikit (20 mL) di setiap percobaan. Setelah itu menentukan kelembaban tanah melalui alat ukur *moisture* meter dan keluaran tegangan sensor YL 69. Dan masukan data tersebut ke dalam tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Pengujian Tegangan pada Sensor YL 69 dan Harga Kelembaban Tanah

No Percobaan	Air (mL)	Pembacaan <i>Moisture</i> Meter (%)	Pembacaan Tegangan Sensor (V)
1	0		
2	20		
3	40		
4	60		
5	80		
6	100		
7	120		
8	140		
9	160		
10	180		

Sumber: Dokumen Pribadi Milik Penulis

3.6.1. Percobaan Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji coba sistem supaya dapat berjalan dengan baik. Pengujian tersebut dilakukan dengan membuat bahasa pemrograman agar sesuai dengan kondisi yang berdasarkan diagram alir gambar 3.10. Apabila sistem dapat berjalan sesuai dengan gambar 3.10, maka sistem dikatakan dapat berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan selama 5 kali dengan pengaruh terhadap parameter agar dapat tercapai semua kondisi. Berikut ini adalah tabel pengujian sistem ditunjukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Pengujian Sistem Otomatis Rumah Kaca

No	Pembacaan sensor		Kondisi <i>Output</i>			Keterangan
	LM 35 (°C)	YL 69 (%)	<i>Colling Fan</i>	Lampu	Pompa Air	
1						
2						
3						
4						
5						

Sumber: Dokumen Pribadi Milik Penulis

Setelah melakukan pengujian dengan memberikan perlakuan, kemudian melakukan pengujian pada keadaan sebenarnya. Pengujian tersebut dilakukan selama 7 hari pada 4 waktu berbeda. Data pengujian keadaan sebenarnya diletakan pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Pengujian *Prototype* Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya

Hari Ke	Pengujian <i>Prototype</i> Rumah Kaca Pada Waktu															
	Pagi				Siang				Sore				Malam			
	Suhu (°C)			K. Tanah (%)	Suhu (°C)			K. Tanah (%)	Suhu (°C)			K. Tanah (%)	Suhu (°C)			K. Tanah (%)
	Dalam		Luar		Dalam		Luar		Dalam		Luar		Dalam		Luar	
	A	B		A	B	A		B	A	B						
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																

Keterangan : A : Sebelum B : Sesudah

Sumber: Dokumen Pribadi Milik Penulis

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengembangan Produk

Perancangan *prototype* rumah kaca digunakan untuk mengatur kondisi suhu ruang dan penyiraman air secara otomatis. Pengembangan dengan menggunakan sistem otomatisasi melalui elemen pemroses *smart relay*. Pada pembudidayaan di rumah kaca, diharapkan dapat membantu petani untuk mengendalikan kondisi suhu ruang dan penyiraman air tanpa melakukan pengontrolan secara langsung.

Perancangan *prototype* rumah kaca tersebut terdiri atas beberapa alat dan komponen dalam pengendaliannya, antara lain: box miniatur *shading house*, sensor LM 35, sensor YL 69, *cooling fan*, *ice box*, pompa aquarium, lampu pijar, *zelio smart relay* SR3B101BD dan *power supply*. Berikut adalah bentuk fisik dari *prototype* rumah kaca yang telah dibuat. Bentuk fisik rumah kaca dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bentuk Fisik *Prototype* Rumah Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

4.2. Hasil Pengujian dan Pembahasan *Prototype* Rumah Kaca

Setelah sistem dari rumah kaca selesai dibuat, kemudian melakukan pengujian alat dan membuat pembahasan tentang kinerja alat tersebut. Pengujian dilakukan pada peralatan *input*, *output* dan sistem secara keseluruhan. Berikut pengujian alat yang akan dilakukan :

1. Pengujian sensor suhu LM 35.
2. Pengujian sensor kelembaban tanah YL 69.
3. Pengujian keseluruhan sistem rumah kaca.
4. Pengujian *prototype* rumah kaca pada keadaan sebenarnya.

4.2.1. Pengujian Sensor Suhu LM 35 di Dalam Rumah Kaca

Pengujian yang dilakukan pertama kali adalah menguji kondisi suhu ruangan pada *shading house*. Pengujian tersebut dilakukan untuk membandingkan suhu dari hasil pengukuran yang dihasilkan oleh tegangan keluaran sensor LM 35 dengan hasil pengukuran dari termometer ruangan. Melalui kedua perbandingan tersebut maka dapat menentukan presentase kesalahan dari pengukuran yang dibaca oleh sensor LM 35.

Pengujian sensor suhu LM 35 dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari pin *out* yang berada di pin ke 2 sensor LM 35. Pengukuran tegangan tersebut menggunakan multimeter digital dengan posisi *switch* ke tegangan DC dan untuk pengukuran termometer ruangan dilakukan bersamaan saat mengabil data sensor. Pengujian tersebut dilakukan secara berkala sesuai dengan waktu yang telah ditentukan penulis. Hasil pengujian tersebut kemudian dimasukkan tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengukuran Melalui Termometer Suhu dan Tegangan di Sensor LM 35

Waktu	Pengukuran Suhu Termometer Ruangan (°C)					Pengukuran Tegangan V out Sensor LM 35 (V)				
	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Hari Ke 4	Hari Ke 5	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Hari Ke 4	Hari Ke 5
Pagi (05.00)	28	29	29	29	26	0,288	0,303	0,292	0,289	0,271
Siang (12.00)	31	31	31	30	32	0,318	0,318	0,314	0,302	0,318
Sore (17.00)	31	31	32	31	31	0,314	0,313	0,326	0,322	0,317
Malam (22.00)	30	30	30	30	29	0,309	0,298	0,307	0,317	0,288

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

Setelah mendapatkan hasil yang dibaca sensor LM 35, kemudian hasil tegangan yang terbaca oleh sensor LM 35 diubah melalui konversi tegangan *analog digital converter* (ADC). Konversi ADC digunakan untuk mengubah *input* analog menjadi kode-kode digital. Prinsip kerja konversi ADC terdapat 2 macam, yaitu kecepatan *sampling* dan resolusi.

Kecepatan *sampling* suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada waktu tertentu. Sedangkan resolusi adalah untuk menentukan ketelitian nilai dari hasil konversi. Konversi tegangan dari analog ke digital diperlukan supaya sinyal tegangan yang dihasilkan sensor LM 35 dapat terbaca secara teliti sehingga dapat mempermudah dalam membandingkan dengan alat ukur. Penulis menggunakan aplikasi konversi ADC “ElectroDroid” untuk mempermudah dalam mengubah nilai tegangan ke bentuk digital. Hasil konversi tegangan tersebut kemudian dimasukkan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Konversi Tegangan Keluaran Sensor LM 35 dari Analog ke Bentuk Digital

Waktu	Pengukuran Tegangan V_{out} LM 35 (V)					Nilai Bentuk Tegangan Bentuk Digital				
	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Hari Ke 4	Hari Ke 5	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Hari Ke 4	Hari Ke 5
Pagi (05.00)	0,288	0,303	0,292	0,289	0,271	14	15	14	14	13
Siang (12.00)	0,318	0,318	0,314	0,302	0,318	16	16	16	15	16
Sore (17.00)	0,314	0,313	0,326	0,322	0,317	16	16	16	16	16
Malam (22.00)	0,309	0,298	0,307	0,317	0,288	15	15	15	16	14

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

Setelah nilai tegangan sensor diubah ke bentuk digital, kemudian nilai tegangan yang berbentuk digital tersebut ditingkatkan melalui persamaan rumus 4.1 (Q-electronics, 2016: 6), agar dapat mengubah nilai bentuk tegangan digital ke bentuk nilai suhu. Hasil dari perhitungan melalui persamaan 4.1 dimasukkan pada tabel 4.3.

$$V_0 = \frac{(V_{basis\ sensor} \times V_{out\ sensor} \times 100)}{Pin\ Bit\ Controller} \quad (4.1)$$

V_0 = Nilai ADC yang telah ditingkatkan

V basis sensor = Sumber tegangan sensor LM 35 (5 Vdc)

V out sensor = Nilai tegangan setelah dikonversi ke digital

Pin bit controller = Pin *processor* yang digunakan pada zelio (8 bit = 255)

1. Hari ke-1

- $V_o = \frac{(5 \times 14 \times 100)}{255} = 27.5$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 15 \times 100)}{255} = 29.4$

2. Hari ke-2

- $V_o = \frac{(5 \times 15 \times 100)}{255} = 29.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 15 \times 100)}{255} = 29.4$

3. Hari ke-3

- $V_o = \frac{(5 \times 14 \times 100)}{255} = 27.5$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 15 \times 100)}{255} = 29.4$

4. Hari ke-4

- $V_o = \frac{(5 \times 14 \times 100)}{255} = 27.5$
- $V_o = \frac{(5 \times 15 \times 100)}{255} = 29.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$

5. Hari ke-5

- $V_o = \frac{(5 \times 13 \times 100)}{255} = 25.5$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 16 \times 100)}{255} = 31.4$
- $V_o = \frac{(5 \times 14 \times 100)}{255} = 27.5$

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Melalui Termometer Suhu Ruangan dan Hasil Perhitungan Tegangan Bentuk Digital yang Ditingkatkan Menjadi Satuan Suhu

Waktu	Hasil Tegangan Bentuk Digital Setelah Ditingkatkan Menjadi Satuan Suhu (°C)					Termometer Suhu Ruangan (°C)				
	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Hari Ke 4	Hari Ke 5	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Hari Ke 4	Hari Ke 5
Pagi (05.00)	27,5	29,4	27,5	27,5	25,5	28	29	29	29	26
Siang (12.00)	31,4	31,4	31,4	29,4	31,4	31	31	31	30	32
Sore (17.00)	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31	31	32	31	31
Malam (22.00)	29,4	29,4	29,4	31,4	27,4	30	30	30	29	29

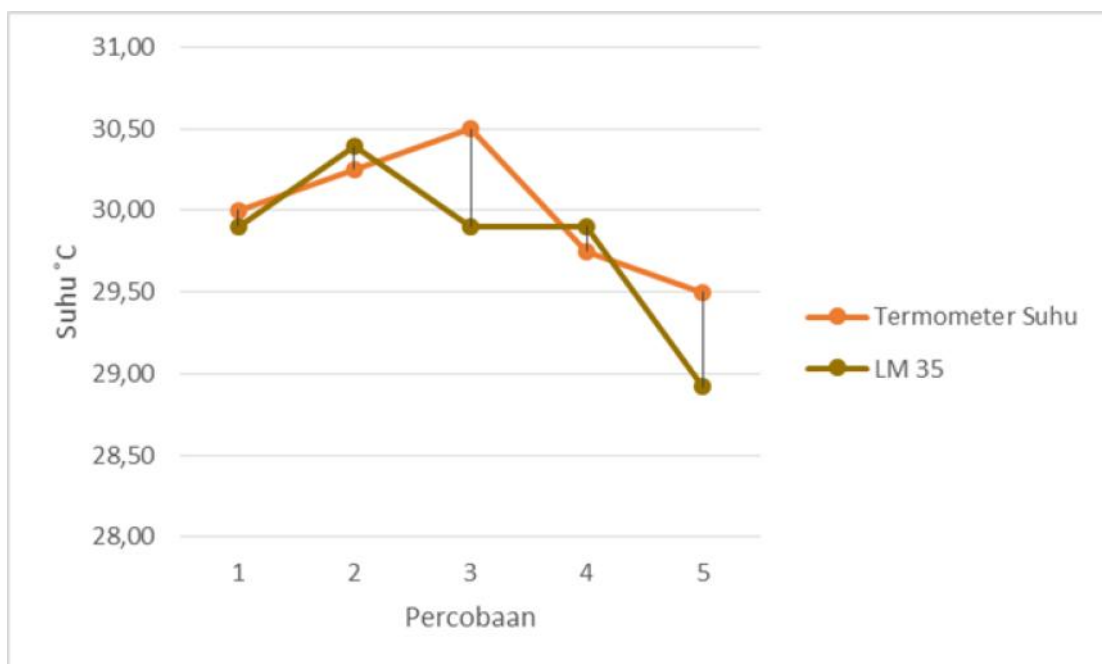
Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

Data yang telah didapatkan dari tabel 4.3 tersebut diolah kembali untuk mencari rata-rata pengujian suhu selama per hari, yaitu dengan melakukan perhitungan mencari rata-rata suhu yang telah diukur dalam 5 waktu yang berbeda agar menjadi 1 waktu dalam 1 hari. Rata-rata suhu tersebut kemudian dibandingkan untuk menentukan berapa besar presentase kesalahan pembacaan sensor suhu LM 35 dengan termometer suhu ruangan. Hasil perbedaan dan presentase kesalahan yang dibaca oleh sensor LM 35 terhadap termometer suhu ruangan dimasukkan pada tabel 4.4 dan gambar 4.2.

Tabel 4.4 Perbandingan Error Pembacaan Sensor Suhu LM 35 dengan Termometer Suhu Ruangan

Hari Ke	Rata-rata Suhu Termometer Ruangan (°C)	Rata-rata Suhu Sensor LM 35 (°C)	Eror (°C)	Presentase Eror Suhu Sensor LM 35 (%)
			$ (Rata-rata\ T\ Termometer) - (Rata-rata\ T\ Sensor) $	
1	30,00	29,90	0,098	0,33
2	30,25	30,39	0,142	0,47
3	30,50	29,90	0,598	1,96
4	29,75	29,90	0,152	0,51
5	29,50	28,92	0,578	1,96
Rata-rata eror			0,314	1,05

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis



Gambar 4.2 Grafik Perbedaan Rata-Rata Pembacaan Suhu

Sumber: Dokumen Pribadi

4.2.1.1. Pembahasan Perbandingan Pengujian Suhu Ruang

Berdasarkan pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil kesalahan pembacaan sensor LM 35 yaitu dengan melakukan perbandingan melalui pembacaan tegangan sensor LM 35 dan pengukuran termometer suhu ruangan. Dari pengujian yang dilakukan, maka didapatkan data yang diperlukan penulis untuk diproses sehingga dapat diketahui hasil kesalahan yang dilakukan dari pembacaan tegangan sensor suhu LM 35 dengan pengukuran suhu termometer ruangan.

Hasil data yang didapatkan, perbedaan kesalahan pembacaan dijelaskan pada tabel 4.4 bahwa data yang terbaca oleh sensor suhu LM 35 tidak berbeda jauh dengan termometer suhu ruangan. Dari hasil rata-rata yang terdapat pada tabel 4.4 terjadi kesalahan terhadap pembacaan sensor LM 35 sebesar 0.314°C atau presentase rata-rata kesalahan sensor LM 35 sebesar 1.05 %. Menurut *datasheet* yang dimiliki sensor LM 35, perbedaan suhu sebesar 0.314°C berada di dalam toleransi kesalahan yang dimiliki dari sensor suhu LM 35.

Toleransi kesalahan sensor LM 35 adalah kesalahan pembacaan yang dapat terjadi pada sensor LM 35 dalam membaca suhu. Kesalahan pembacaan suhu sensor LM 35 menurut *datasheet* dari rentang suhu antara 25°C sampai 50°C yaitu 0.5°C . Sehingga jika dibandingkan dengan hasil rata-rata yang didapatkan melalui perbedaan suhu yaitu sebesar 0.314°C , maka pembacaan sensor suhu LM 35 berada dibatas toleransi yang baik dalam membaca kondisi suhu ruangan.

Perbedaan suhu pada pembacaan sensor suhu LM 35 yang sangat signifikan terjadi pada hari ke 3 dan ke 5, yaitu sebesar 0.578°C dan 0.598°C . Perbedaan tersebut dapat dilihat secara jelas di grafik pada gambar 4.2, terlihat pada hari ke 3

dan ke 4 kesalahan sensor suhu LM 35 paling besar. Hal tersebut umumnya dapat terjadi karena peningkatan atau penurunan dari tegangan referensi yang dijadikan sumber untuk sensor LM 35, sehingga tegangan keluaran sensor LM 35 ikut berubah.

4.2.2. Pengujian Sensor Kelembaban Tanah YL 69

Pengujian kelembaban tanah adalah menguji kondisi kesalahan pembacaan sensor kelembaban tanah YL 69. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada kaki *output* YL 69 menggunakan AVO meter pada posisi *switch* tegangan DC. Hasil ukur tegangan pada sensor YL 69 dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat *moisture* meter. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali, dengan memberikan perlakuan kepada tanah yang akan diuji. Data dari percobaan tersebut akan dimasukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengukuran Kelembaban Tanah Dengan *Moisture* Meter dan Keluaran Tegangan Sensor YL 69

No Percobaan	Air (mL)	Pembacaan <i>Moisture</i> Meter (%)	Pembacaan Tegangan Sensor YL 69 (V)
1	0	14	2,751
2	20	27	2,544
3	40	28	2,451
4	60	31	2,398
5	80	33	2,297
6	100	42	1,952
7	120	43	1,732
8	140	48	1,565
9	160	58	1,465
10	180	63	1,312

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

Data hasil pengujian kelembaban tanah diolah dengan dan dikonversi menjadi bentuk digital menggunakan aplikasi android yaitu “ElectroDroid”. Penggunaan aplikasi “ElectroDroid” digunakan untuk mempermudah penulis mengubah nilai tegangan keluaran sensor yang berbentuk analog menjadi bentuk digital, yaitu dengan memasukan keluaran tegangan analog sensor YL 69 dari setiap percobaan maka aplikasi tersebut secara otomatis mengubah nilai tegangan bentuk analog menjadi bentuk digital. Data perubahan bentuk tegangan analog menjadi bentuk digital dimasukkan tabel 4.6.

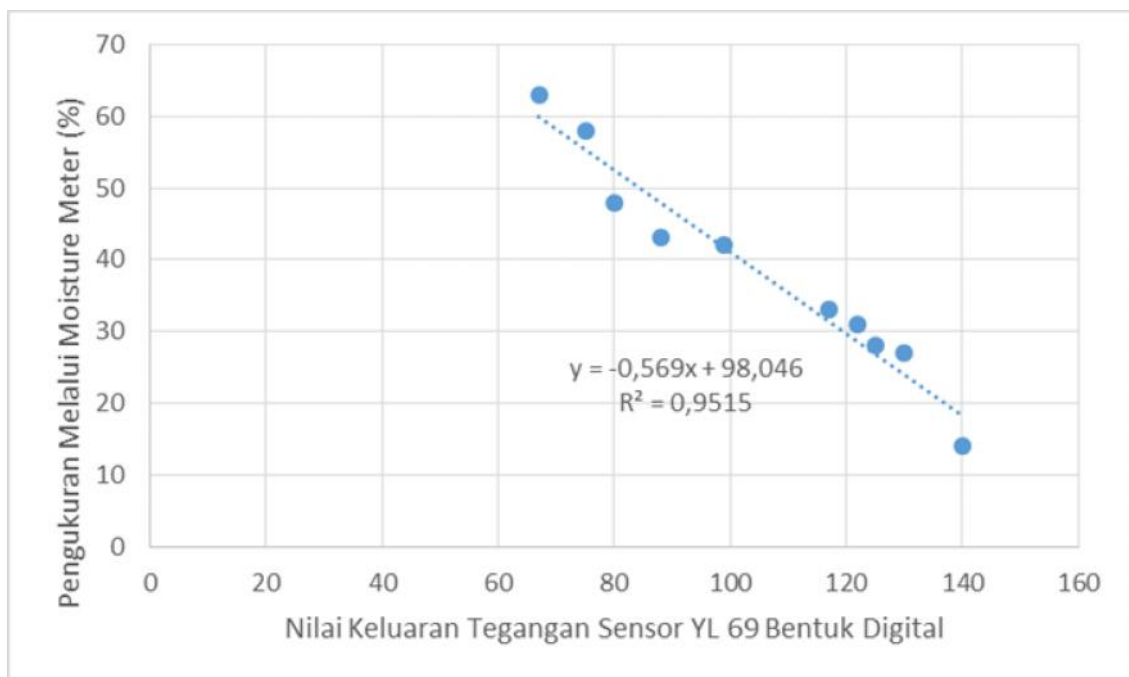
Tabel 4.6 Perubahan Bentuk Tegangan Keluaran Sensor YL 69 Menjadi Bentuk Digital

No Percobaan	Air (mL)	Pembacaan Tegangan Sensor (V)	Nilai Konversi ADC
1	0	2,751	140
2	20	2,544	130
3	40	2,451	125
4	60	2,398	122
5	80	2,297	117
6	100	1,952	99
7	120	1,732	88
8	140	1,565	80
9	160	1,465	75
10	180	1,312	67

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

Data tegangan digital hasil konversi diolah menggunakan persamaan sehingga mendapatkan bentuk persen sebagai satuan untuk mengukur kelembapan tanah. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai persen ditentukan

dengan bantuan grafik regresi linear. Analisis regresi digunakan untuk menentukan hubungan sebab akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain. Untuk membuat grafik regresi linear dapat dilakukan di microsoft excel (Komputer SEO, 2011: 1). Variabel yang digunakan untuk menentukan nilai regresi yaitu variabel pengukuran *moisture* meter serta nilai keluaran tegangan sensor YL 69 bentuk digital. Data hasil analisis grafik regresi ditampilkan pada gambar 4.3. Persamaan hasil analisis grafik regresi dapat dilihat pada persamaan 4.2.



Gambar 4.4 Grafik Regresi Linear

Sumber: Dokumen Pribadi

$$Y = \{-0,569 \times (x)\} + 98,046 \quad (4.2)$$

Keterangan :

Y = Satuan persen untuk menentukan kelembaban tanah

X = Nilai tegangan bentuk digital

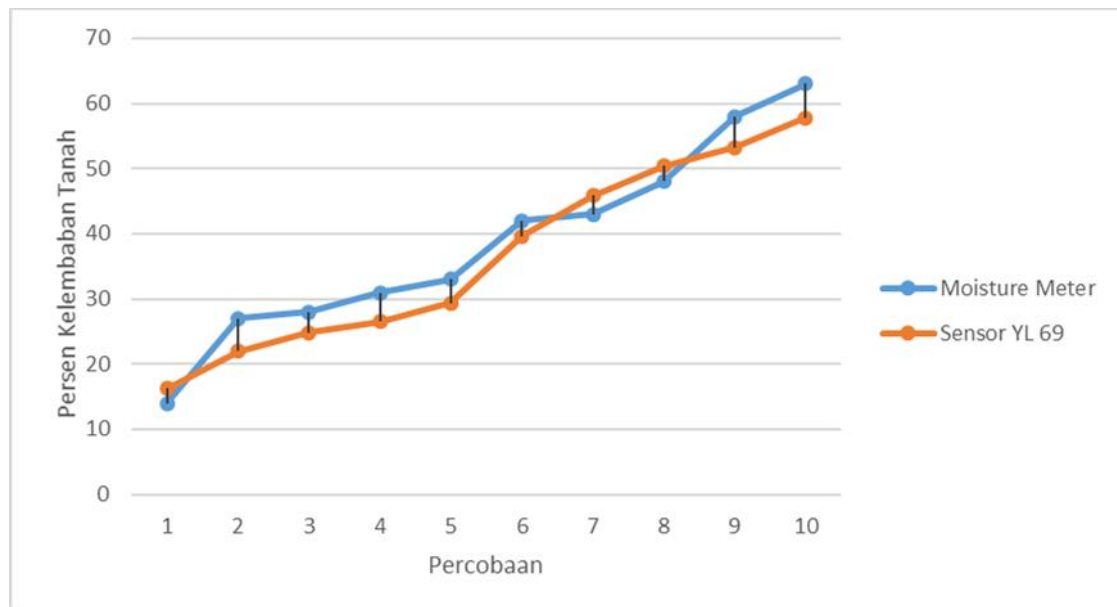
1. $Y = \{-0.569 \times (140)\} + 98.046 = 16.29 \%$
2. $Y = \{-0.569 \times (130)\} + 98.046 = 21.98 \%$
3. $Y = \{-0.569 \times (125)\} + 98.046 = 24.82 \%$
4. $Y = \{-0.569 \times (122)\} + 98.046 = 26.53 \%$
5. $Y = \{-0.569 \times (117)\} + 98.046 = 29.38 \%$
6. $Y = \{-0.569 \times (99)\} + 98.046 = 39.62 \%$
7. $Y = \{-0.569 \times (88)\} + 98.046 = 45.88 \%$
8. $Y = \{-0.569 \times (80)\} + 98.046 = 50.43 \%$
9. $Y = \{-0.569 \times (75)\} + 98.046 = 53.27 \%$
10. $Y = \{-0.569 \times (67)\} + 98.046 = 57.83 \%$

Data hasil pengukuran menggunakan *moisture* meter dibandingkan dengan data dari sensor YL 69. Perbandingan tersebut digunakan untuk menentukan keasalahan pembacaan yang dilakukan sensor YL 69. Data dari hasil perbandingan tersebut dimasukan ke tabel 4.7 dan gambar grafik perbandingan dijelaskan pada gambar 4.5.

Tabel 4.7 Perbandingan Persen Kelembaban Tanah *Moisture Meter* dengan Tegangan Sensor YL 69 dan Presentase Kesalahan Sensor YL 69

No Percobaan	Pembacaan <i>Moisture Meter</i> (%)	Pembacaan Tegangan Sensor (%)	Kesalahan Sensor YL 69 <i>Moisture Meter</i> -Tegangan Sensor (%)
1	14	16,29	2,29
2	27	21,98	5,02
3	28	24,82	3,18
4	31	26,53	4,47
5	33	29,38	3,62
6	42	39,62	2,38
7	43	45,88	2,88
8	48	50,43	2,43
9	58	53,27	4,73
10	63	57,83	5,17
Rata-rata			3,617

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Persen Kelembaban Tanah

Sumber: Dokumen Pribadi

4.2.2.1. Pembahasan Pengujian Kelembaban Tanah

Berdasarkan pengujian pada tabel 4.6 dijelaskan perbedaan pembacaan persen kelembaban tanah melalui 2 percobaan yaitu dengan menggunakan alat ukur dan menggunakan sensor YL 69. Hasil dari percobaan yang dilakukan didapatkan kesalahan pembacaan sensor YL 69 dalam membaca kelembaban tanah dengan rata-rata yaitu sebesar 3.62 %. Dari rata-rata kesalahan tersebut, pembacaan sensor YL 69 dalam memonitoring kelembaban tanah tergolong dalam keadaan baik.

Lalu berdasarkan yang dijelaskan pada gambar grafik 4.5, sensor YL 69 dapat membaca sesuai dengan *moistur* meter ukur dengan rata-rata kesalahan yaitu sebesar 3.62 %. Pembacaan sensor YL 69 pada kelembaban tanah, ketika tanah berada di kondisi kering sensor YL 69 membaca persen kelembaban tanah sebesar 16.29 % atau berbeda 2.29 % dengan alat ukur. Dan persen kelembaban akan terus bertambah jika air diberikan ke tanah selama percobaan berlangsung.

4.2.3. Pengujian Keseluruhan Sistem Rumah Kaca

Pengujian sistem secara keseluruhan pada rumah kaca dilakukan dengan memberikan perlakuan terhadap kondisi di rumah kaca. Kondisi di ruangan rumah kaca diberi perlakuan sesuai gambar diagram alir 3.10, dengan mengikuti diagram alir gambar 3.10 diharapkan semua kondisi dapat terpenuhi. Pengujian sistem rumah kaca tersebut diisi pada tabel 4.8.

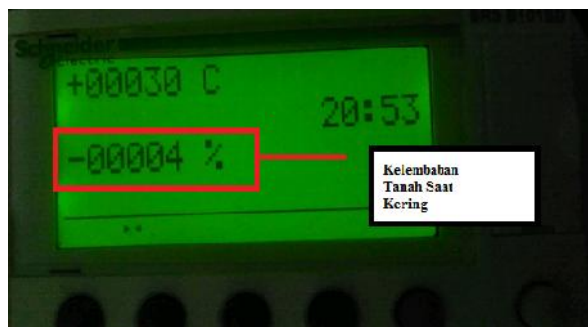
Tabel 4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem Rumah Kaca

No	Pembacaan sensor		Kondisi <i>Output</i>			Keterangan
	LM 35 (°C)	YL 69 (%)	<i>Colling Fan</i>	Lampu	Pompa Air	
1	30	4	Off	Off	On	Bekerja dengan baik
2	11	24	Off	On	On	Bekerja dengan baik
3	24	37	Off	Off	On	Bekerja dengan baik
4	32	74	On	Off	Off	Bekerja dengan baik
5	30	60	Off	Off	Off	Bekerja dengan baik

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

1. Pengujian Kelembaban Tanah

Pada sensor kelembaban tanah YL 69, penulis memberikan perlakuan dengan memberikan tanah yang sudah dikeringkan ke dalam media tanah. Kemudian sensor tersebut membaca kondisi kelembaban tanah tersebut. Ketika tanah kering, sensor membaca kelembaban tanah sebesar 4 % dengan tegangan yang berada pada *output* sensor sebesar 2.75 Vdc. Kelembaban tanah yang kurang dari 30 % maka membuat pompa air aktif. Tampilan LCD saat memonitoring kelembaban tanah kering sebesar 4%, dapat dilihat pada gambar 4.6 dan pada saat pompa air aktif untuk memberikan ke tanah yang kering dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.6 Tampilan LCD Kelembaban Saat Tanah Kering

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.7 Proses Pemberian Air Saat Tanah Kering

Sumber: Dokumen Pribadi

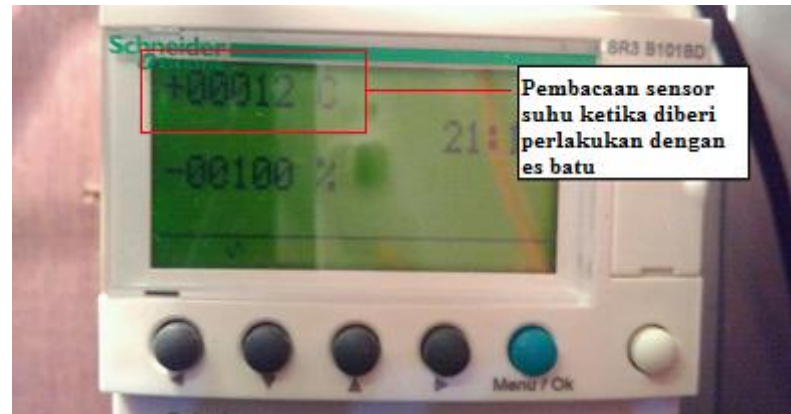
Selama pompa air memberikan penyiraman ke dalam media tanah, penulis memantau besar kondisi kelembaban tanah dengan jeda setiap 30 detik. Setiap 30 detik kelembaban tanah terus meningkat selama proses berlangsungnya pemberian air ke dalam media tanah dapat dilihat melalui tabel 4.8. Ketika kelembaban tanah yang dibaca sensor lebih dari 60 % kemudian pompa air tidak aktif. Kelembaban tanah maksimal yang dibaca sensor adalah sekitar 75 % dengan tegangan sebesar 0.85 Vdc.

Setelah 1 menit kemudian kelembaban tanah perlahan-lahan menurun, hal ini disebabkan kondisi suhu yang meningkat dan juga proses penyerapan unsur air oleh tanah. Kelembaban tanah yang dibaca sensor menjadi konstan dengan kelembaban tanah sebesar 60 % dan tegangan meningkat menjadi 1.25 Vdc dan keadaan pompa air masih tidak aktif. Pompa air tidak aktif karena kelembaban tanah yang termonitoring berada di kisaran antara 30 % sampai 60 %. Jika kelembaban tanah kurang dari 30 % maka pompa air akan aktif kembali.

2. Pengujian Suhu Ruang

Setelah membahas bagaimana melakukan pengujian yang dilakukan untuk memberikan perlakuan terhadap sensor YL 69, kemudian penulis melakukan pengujian terhadap sensor LM 35 agar setiap kondisi dapat terpenuhi. Perlakuan yang dilakukan untuk sensor suhu LM 35 yaitu dengan memanipulasi suhu ruang disekitar sensor LM 35. Pengujian pertama yang dilakukan adalah tanpa diberikan perlakuan dari luar, dengan langsung memantau kondisi di *shading house* dan mendapatkan suhu sebesar 30°C. Peralatan *output* untuk mengatur kondisi suhu masih dalam keadaan tidak aktif, dikarenakan kondisi suhu masih sesuai yang dibutuhkan dalam pembudidayaan bayam.

Kemudian setelah mendapatkan kondisi secara langsung di rumah kaca, penulis memanipulasi suhu terhadap sensor LM 35 dengan mengubah suhu menjadi rendah. Untuk mengubah kondisi suhu agar menjadi rendah, penulis menggunakan batu es agar suhu disekitar sensor LM 35 menjadi dingin. Sensor LM 35 kemudian membaca besar suhu yang telah diubah menggunakan batu es yang awalnya 30°C menjadi 11°C. Kondisi suhu sebesar 11°C membuat *output* lampu pijar aktif, karena suhu yang dibaca sensor kurang dari 20°C. Tampilan LCD ketika sensor diberi perlakuan dengan batu es dapat dilihat pada gambar 4.8 dan untuk melihat lampu aktif ketika saat suhu dingin dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.8 Tampilan LCD Ketika Sensor Suhu Diberikan Perlakuan dengan Es Batu

Sumber: Dokumen Pribadi

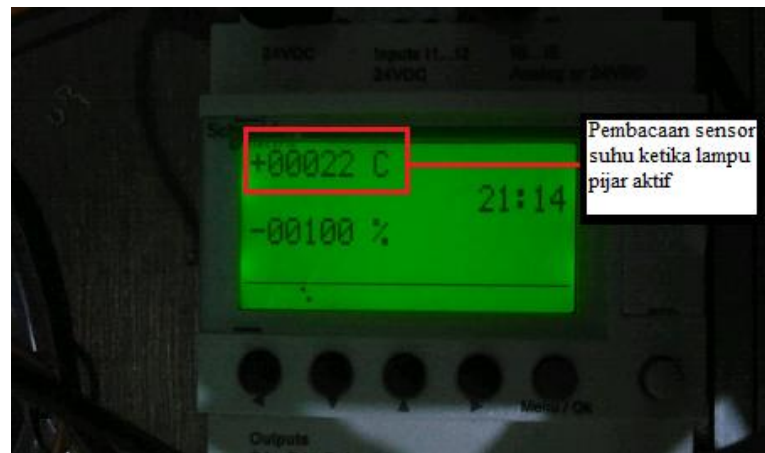


Gambar 4.9 Output Lampu Pijar Aktif Ketika Suhu Dibawah 20° C

Sumber: Dokumen Pribadi

Ketika *output* lampu pijar aktif maka akan menghasilkan suhu panas yang disebabkan cahaya dari lampu pijar, sehingga membuat kondisi suhu meningkat di sekitar sensor LM 35. Suhu yang telah didinginkan dari 11°C kemudian berubah suhunya meningkat menjadi 22°C dalam 30 detik. Karena suhu yang dihasilkan oleh lampu pijar melebihi dari 20°C, maka membuat *output* lampu pijar tidak aktif. Hasil peningkatan suhu yang diberikan lampu pijar terhadap rumah kaca

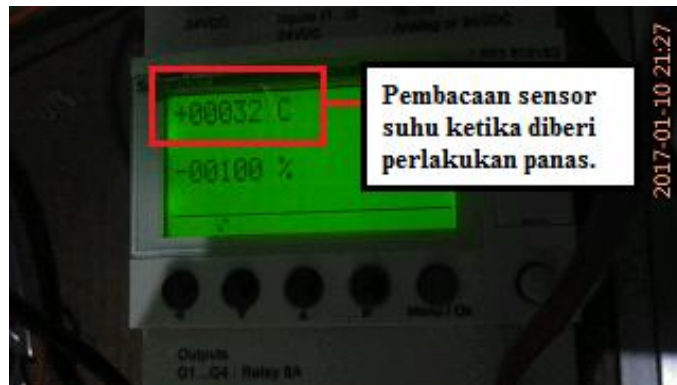
terbilang efektif dikarenakan dapat menaikkan suhu 1°C setiap waktu 0.4 detik. Tampilan LCD ketika lampu aktif selama 30 detik dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Tampilan LCD Ketika Lampu Pijar Aktif

Sumber: Dokumen Pribadi

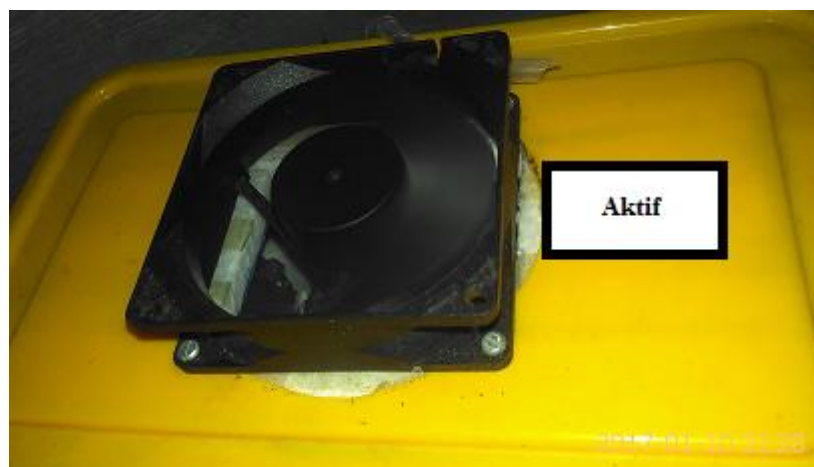
Setelah menguji dengan memanipulasi kondisi suhu menjadi dingin, kemudian penulis melakukan pengujian dengan memanipulasi suhu hangat menjadi sejuk yaitu dengan memanfaatkan kinerja *ice box*. Untuk meningkatkan suhu LM 35, penulis menggunakan sebuah besi yang dipanaskan oleh solder. Kemudian panas yang tersimpan oleh besi didekatkan pada sensor LM 35. Suhu yang sebelumnya 29°C kemudian meningkat menjadi 32°C . Setelah suhu meningkat menjadi 32°C , maka *output cooling fan* yang terdapat di *icebox* aktif. Tampilan LCD ketika sensor suhu LM 35 diberikan perlakuan oleh solder dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Tampilan LCD Ketika Sensor Suhu Diberikan Perlakuan dengan Panas

Sumber: Dokumen Pribadi

Ketika *cooling fan* aktif suhu yang dibaca sensor LM 35 menurun menjadi 30°C dalam waktu 2 menit. Suhu tersebut dapat turun karena didalam *ice box* diberikan batu es untuk menyimpan suhu dingin yang dihasilkan batu. Kemudian setelah *cooling fan* aktif, suhu dingin yang disimpan dalam *ice box* dihembuskan keluar menuju rumah kaca sehingga mampu menurunkan suhu di dalam ruangan tersebut. Dokumentasi *cooling fan* aktif ketika suhu diatas 30°C , dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Output Colling Fan Aktif Ketika Suhu diatas 30°C

Sumber: Dokumen Pribadi

Hasil dari penurunan suhu yang dilakukan oleh *cooling fan* cukup efektif karena mampu menurunkan suhu 1°C setiap 1 menit. Selain menguji dengan memanfaatkan panas dari besi, penulis juga melakukan percobaan dengan memanfaatkan panas solder yang diberikan langsung ke sensor suhu LM 35. Sebelum *cooling fan* aktif, panas dari solder yang terbaca oleh sensor LM 35 sebesar 40°C. Kemudian ketika *cooling fan* aktif suhu yang terbaca sensor LM 35 perlahan mulai menurun menjadi 36° C dan suhu tetap konstan.

4.2.4. Pengujian *Prototype* Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya

Pengujian dilakukan untuk menguji *prototype* pada keadaan lingkungan sebenarnya, *prototype* diuji selama 1 minggu. Pengujian tersebut dilakukan untuk menguji kehandalan kondisi didalam *prototype* rumah kaca terhadap perubahan keadaan lingkungan yang sesungguhnya. Tabel pengujian yang dilakukan untuk keadaan sebenarnya dimasukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengujian *Prototype* Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya

Hari Ke	Pengujian <i>Prototype</i> Rumah Kaca Pada Waktu															
	Pagi				Siang				Sore				Malam			
	Suhu (°C)			K.Tanah (%)	Suhu (°C)			K.Tanah (%)	Suhu (°C)			K.Tanah (%)	Suhu (°C)			K.Tanah (%)
	Dalam		Luar		Dalam		Luar		Dalam		Luar		Dalam		Luar	
	A	B		A	B	A		B	A	B						
1	26	26	26	28	28	28	27	64	28	28	30	60	28	28	28	58
2	25	25	26	55	30	30	28	48	27	27	28	46	29	29	29	42
3	27	27	27	38	32	30	30	28	28	28	28	64	29	29	28	62
4	27	27	26	58	29	29	28	54	29	29	29	48	26	26	27	48
5	27	27	27	46	31	30	30	42	29	29	28	40	26	26	27	40
6	27	27	26	38	30	30	28	34	29	29	28	32	29	29	29	28
7	25	25	26	64	27	27	27	62	27	27	28	62	28	28	28	60

Keterangan : A :Sebelum B : Sesudah

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

4.2.4.1. Pembahasan Pengujian *Prototype* Rumah Kaca Pada Keadaan Sebenarnya

Berdasarkan data yang terdapat pada tabel 4.9, hasil dari pengujian keadaan sebenarnya. Suhu ruang yang terdapat didalam rumah kaca berbeda 1°C sampai 2°C dibanding suhu diluar ruangan rumah kaca. Ketika suhu diluar rumah kaca berada pada suhu yang tinggi maka didalam rumah kaca suhunya akan naik 1°C sampai 2°C dan jika suhu diluar ruangan rendah maka suhu didalam rumah kaca akan semakin rendah dibanding suhu diluar ruangan. Perubahan suhu tersebut disebabkan oleh cuaca di lingkungan luar rumah kaca, suhu akan tinggi ketika matahari cerah dan suhu akan rendah ketika cuaca hujan ataupun berada pada pagi dan malam hari.

Hasil data dari parameter kelembaban tanah, berdasarkan teori yang dijelaskan bab sebelumnya bahwa perubahan suhu didalam rumah kaca akan berpengaruh terhadap kelembaban tanah. Ketika suhu didalam rumah kaca rendah, kelembaban tanah tidak mengalami penurunan secara cepat. Jika suhu didalam rumah kaca pada suhu yang tinggi maka kelembaban tanah akan turun semakin cepat, sehingga membuat peralatan *output* pompa air aktif untuk memberikan penyiraman.

4.2.5. Penerapan Sistem Otomatis untuk Rumah Kaca Sebenarnya

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada *prototype* rumah kaca, maka dapat dibuat perencanaan sistem otomatis pada bangunan rumah kaca sebenarnya. Perencanaan tersebut dibuat untuk diaplikasikan pada rumah kaca sebenarnya sesuai dengan kebutuhan petani pada saat pembudidayaan tanaman.

Salah satu contoh bangunan rumah kaca yang digunakan untuk menerapkan sistem otomatis dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Desain Rumah Kaca untuk Diterapkan Sistem Otomatis

Sumber: Glasshut.com

Dimensi rumah kaca yang dibuat dengan ukuran P x L x T yaitu 24 x 12 x 3 meter. Setiap sisi dan atap rumah kaca dilapisi dengan bahan *acrylic* dengan ketebalan 5 mm dan untuk kerangka tiang yang digunakan menggunakan besi galvanis. Untuk bahan yang digunakan dalam pembuatan rumah kaca, dijelaskan melalui tabel 4.10.

Tabel 4.10 Bahan-bahan Untuk Pembuatan Rumah Kaca Sebenarnya

No	Jumlah	Nama Barang	Dimensi
1	5	Papan <i>Acrylic</i> Bening	P 10 meter x T 10 meter x L 5 mm
2	5	Tiang Besi Galvanis	T 10 meter x L 10 cm
3	5	Pipa-pipa	P 10 meter x D 3 cm

Sumber : Dokumen Pribadi Milik Penulis

Setelah menentukan bahan yang digunakan, kemudian menentukan jenis dan jumlah komponen yang diperlukan untuk mendukung sistem otomatis dirumah kaca. Komponen yang digunakan untuk mengendalikan kondisi lingkungan dengan beracuan parameter suhu ruangan dan kelembaban tanah yaitu:

1. Lampu pijar 100 Watt (untuk memberikan suhu ruangan hangat).
2. *Stand fan / blower water* 5 buah (untuk memberikan suhu ruangan dingin).
3. Pompa air dengan daya 60 Watt 1 buah.
4. Sensor suhu ruangan
5. Sensor kelembaban tanah

Untuk pengendalian suhu ruangan agar menjadi hangat, maka diperlukan penentuan jumlah titik lampu yang diperlukan dalam pemasangan di dalam rumah kaca (Anisa V., 2011: 1). Untuk menentukan jumlah titik lampu, dapat menggunakan persamaan 4.3 berikut.

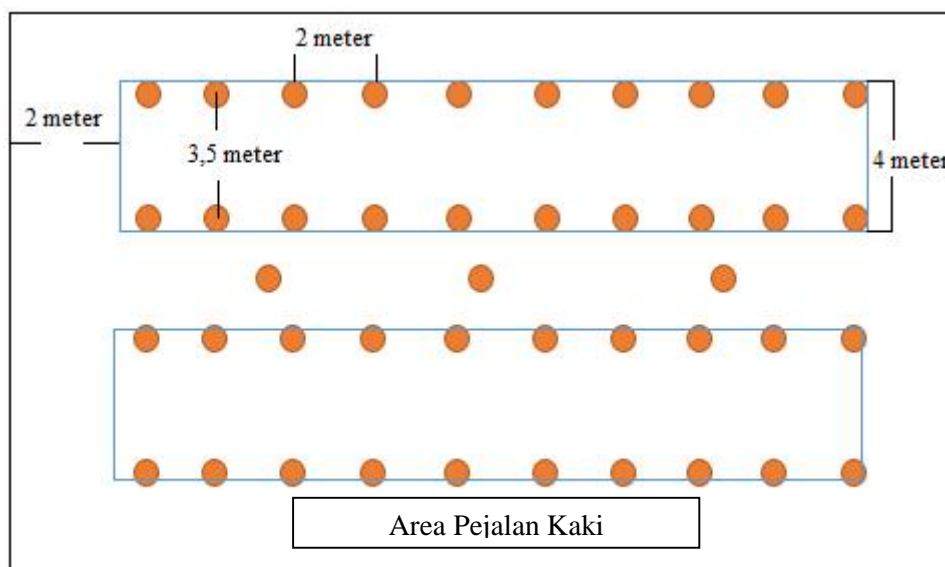
$$N = \frac{E \times A}{\emptyset \text{ Lampu} \times LLF \times CU} \quad (4.3)$$

- E = Kuat Penerangan
 A = Luas Bidang Kerja
 \emptyset = Lumen Lampu
 LLF = *Light Lost Factor* (0,7 – 0,8)
 CU = *Coeffisien of utilization* (50 - 65 %)

Berdasarkan persamaan 4.3 tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut:

$$N = \frac{17,5 \times 864}{1750 \times 0,25 \times 0,8} = 43,2$$

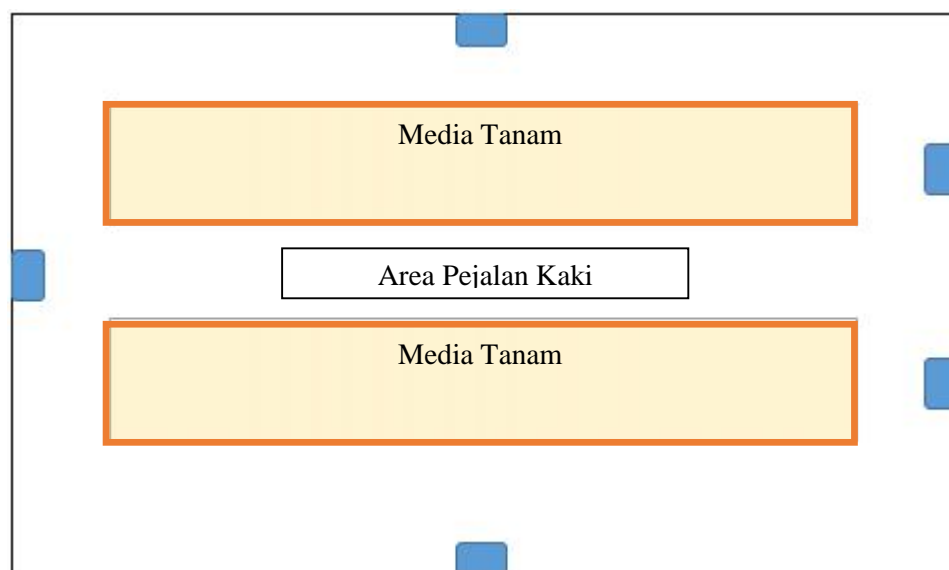
Dengan menggunakan lampu pijar 100 Watt untuk luas rumah kaca 864 m², maka jumlah lampu yang dibutuhkan memberikan suhu hangat sebanyak 43 buah lampu. Untuk instalasi lampu yang akan dipasang didalam rumah kaca dapat dilihat pada gambar 4.14. Instalasi pengawatan untuk lampu pijar terlampir pada lampiran 5.



Gambar 4.14 Instalasi Lampu di Rumah Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

Untuk penempatan *stand fan / blower water* untuk merubah suhu menjadi rendah dapat berjalan secara baik, maka ditempatkan pada titik tertentu. Penempatan *stand fan / blower water* ditunjukkan pada gambar 4.15. Berdasarkan pengujian pengaruh lampu pijar untuk meningkatkan suhu di *prototype* rumah kaca. Maka lampu pijar dapat meningkatkan suhu dalam rumah kaca pada ukuran sebenarnya, yaitu mampu meningkatkan suhu 2°C selama 1 menit lampu tersebut aktif.



Gambar 4.15 Penempatan *Stand Fan / Blower Water* di Rumah Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan komponen *output* yang digunakan untuk mengendalikan kondisi lingkungan di rumah kaca secara otomatis. Pada pengaturan suhu ruangan yang berada didalam rumah kaca, akan digunakan lampu pijar 100 Watt untuk memberikan suhu hangat dan digunakan *stand fan watter* untuk memberikan suhu dingin didalam rumah kaca. Dan pada pengaturan kelembaban tanah digunakan pompa air untuk mengalirkan air kedalam media tanam yang terdapat pipa-pipa untuk mengalirkan air ke tanah.

Kedua parameter tersebut akan dipantau dengan menggunakan sensor, yaitu sensor suhu ruangan yang diletakan didalam rumah kaca dan sensor kelembaban tanah yang ditempatkan di media tanam. Untuk mengatur kondisi suhu ruang dan kelembaban tanah agar sesuai dengan tanaman yang dibudidayakan, maka dapat dilakukan dengan mengubah program yang dimasukan kedalam *zello smart relay*.

4.2.6. Kelebihan dan Kekurangan *Prototype* Rumah Kaca

Pengendalian otomatis *prototype* rumah kaca memiliki kekurangan dan kelebihan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, yaitu:

4.2.5.1. Kelebihan *Prototype* Rumah Kaca

Kelebihan dari *prototype* rumah kaca ini, antara lain:

1. Dengan menggunakan *prototype* rumah kaca ini, pembudidayaan tanaman dapat dilakukan pada cuaca dan musim kapan saja.
2. Mampu menjaga suhu ruangan didalam rumah kaca sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan.
3. Penyiraman dapat dilakukan secara otomatis tanpa memerlukan pemantauan pada saat pembudidayaan tanaman.
4. Dapat melakukan pembudidayaan jenis tanaman yang mempunyai siklus pendek dan berjenis tanaman sayuran hortikultura.

4.2.5.2. Kekurangan *Prototype* Rumah Kaca

Kekurangan dari *prototype* rumah kaca ini, antara lain:

1. Desain panel untuk catu daya dan *smart relay* rawan terkena air, lebih baik menggunakan panel agar terlindung dari air dan pengaruh dari luar.

2. Desain kerangka rumah kaca yang digunakan kurang baik untuk menyimpan suhu dingin untuk waktu yang lama.
3. Tidak dapat membudidayakan tanaman yang memiliki kelembaban tanah yang tinggi (berair), contohnya seperti tanaman padi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah alat ini dibuat dan dilakukan uji coba maka dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *prototype* rumah kaca berbasis *zelio smart relay* telah berhasil bekerja dimana alat ini dapat memberikan informasi kondisi lingkungan didalam rumah kaca, serta dapat melakukan pemantauan terhadap kondisi suhu ruang dengan menghembuskan udara dingin yang terdapat di *ice box* ke rumah kaca menggunakan *cooling fan* dan dapat melakukan pemantauan terhadap kelembaban tanah dengan mengendalikan penyiraman air secara otomatis sesuai *set point* yang telah ditentukan, yakni pada titik antara suhu ruangan antara 20° C sampai 30° C dan kelembaban tanah dibawah 30 % sampai diatas 60 % berdasarkan acuan tanaman sayuran bayam.

5.2. Saran

Setelah alat ini dibuat dan dilakukan uji coba, penulis memiliki saran untuk para peneliti selanjutnya guna menerangkan dan melengkapi kelemahan dalam pengujian *prototype* rumah kaca yaitu sebagai berikut:

1. Dalam membuat alat ini, diperlukan penggunaan bahan dan rangka yang lebih tepat untuk membuat miniatur *shading* kaca. Agar dapat menjaga suhu di dalam *shading* kaca tidak terbang keluar.
2. Dalam melakukan pembuatan *power supply* sebaiknya dibuat sederhana dan untuk tegangan hasil keluaran arus searah nilainya tetap dan murni. Hal tersebut akan mempengaruhi kondisi pembacaan sensor.

3. Dalam melakukan pengujian saat menurunkan suhu dan menaikkan suhu peneliti berikutnya lebih baik memanfaatkan elemen panas dan dingin dari peltier ataupun teknologi yang lebih terbaru. Agar hasil dari perubahan suhu dapat berubah secara efektif dan menjaga suhu tetap konstan.
4. Dalam penelitian berikutnya sebaiknya dibutuhkan tanaman untuk dilakukan pengujian terhadap efektifitas pertumbuhan tanaman secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh T, Muhammad. Cerita Seputar *Green House* (Rumah Kaca). <https://polimerabduh.wordpress.com/2011/03/10/cerita-seputar-green-house-rumah-kaca/>. Diakses 24 Maret 2016.
- Anggota IKAPI. 1992. Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran. Yogyakarta: Kanisius.
- Bandini, Yusni dan Nurudin, Azis. 2001. *Bayam*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hardiansyah, Wawancara Koran. “Keuntungan Rumah Kaca”. Kompas. Bogor, 25 April 2014.
- Juniardy, Viktorianus Ryan., Triyanto, Dedi., Brianorman, Yulrio., (2014). *Prototype* Alat Penyemprotan Air Otomatis Pada Kebun Pembibitan Sawit Berbasis Sensor Kelembaban dan Mikrokontroler AVR ATMEGA8. Jurnal Skripsi. 2: 10.
- Kusnadi, Eris. Prototipe Produk. <https://eriskusnadi.wordpress.com/2007/11/26/prototipe-produk/>. Diakses 06 Maret 2016.
- Limbong, Freddy P. 2010. “Simulasi Pintu Garasi Mobil Otomatis Berbasis PLC (*Programmable Logic Control*)”. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mori, Kiyotoka. 1973. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: PT. Pradaya Paramita.
- Petani Hebat. Peranan Air Bagi Tanaman. <http://www.petanihebat.com/2014/04/peranan-air-bagi-tanaman.html>. Diakses 24 April 2016.
- Prabawa, Vinc Sarbudi Prasetya. 2014. Landasan Konseptual Perencanaan dan Perancangan Pusat Holtikultura di Sleman. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Quijano, Romeo, Sarojeni V. Rengam. 1999. Pestisida Berbahaya Bagi Kesehatan. Jakarta: Yayasan Duta Awam.
- Q-*Electronics*. Sensor 2: Cara Menggunakan Sensor Suhu LM 35 dengan Arduino. <https://polimerabduh.wordpress.com/2011/03/10/cerita-seputar-green-house-rumah-kaca/>. Diakses 18 Januari 2017.
- Riadi, Muchlisin. *Zelio Smart Relay*. <http://www.kajianpustaka.com/2012/10/zelio-smart-relay.html>. Diakses 20 September 2016
- SEO, Komputer. Cara Membuat Grafik Regresi Linear di Excel 2007. <http://www.komputerseo.com/2011/06/cara-membuat-grafik-regresi-linier-di.html>. Diakses pada 14 Februari 2017.
- Setiowati, Tetty, Deswanti Furqonita. 2007. Biologi Interaksi Kelas XII. Jakarta: Azka Press.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.

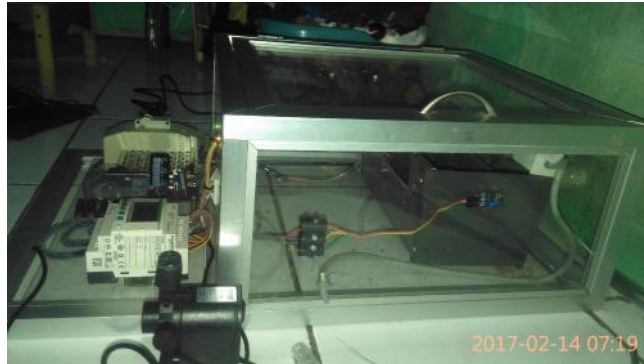
Sustainable Movement. Pengaruh Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman.
<http://www.petanihebat.com/2014/04/peranan-air-bagi-tanaman.html>.
Diakses 25 April 2016.

Widodo, Winarso Drajad. 2014. Dasar-Dasar Budidaya Tanaman. Jakarta: Jurnal Sistem Pertanian. ISBN 9796898810

Yulia. Jenis-jenis Tanah. <http://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah>. Diakses 09 Februari 2017.

LAMPIRAN

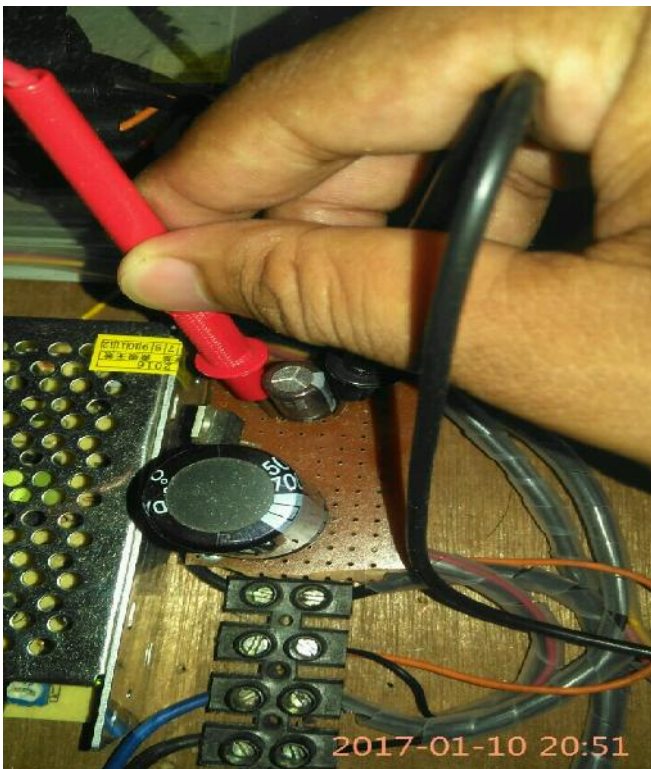
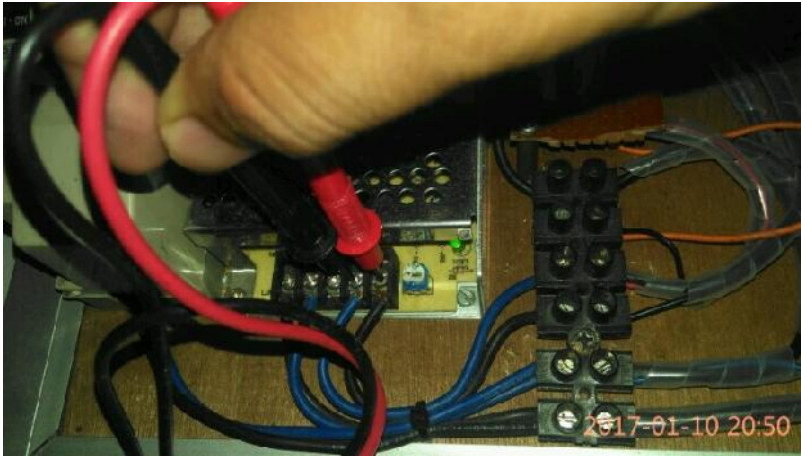
LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI



LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI



LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI



LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI



LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI



LAMPIRAN 2 DATASHEET SMART RELAY SR3B101BD

Product data sheet Characteristics

SR3B101BD

modular smart relay Zelio Logic - 10 I/O - 24 V
DC - clock - display



Main

Range of product	Zelio Logic
Product or component type	Modular smart relay

Complementary

Local display	With
Number of control scheme lines	120 with ladder programming <= 200 with FBD programming
Cycle time	6...90 ms
Backup time	10 years at 25 °C
Clock drift	6 s/month at 25 °C 12 min/year at 0...55 °C
Checks	Program memory on each power up
[Us] rated supply voltage	24 V DC
Supply voltage limits	19.2...30 V
Supply current	100 mA (without extension) 100 mA (with extensions)
Power dissipation in W	8 W with extensions 3 W without extension
Reverse polarity protection	With
Discrete input number	6 conforming to EN/IEC 61131-2 type 1
Discrete input type	Resistive
Discrete input voltage	24 V DC
Discrete input current	4 mA
Counting frequency	1 kHz for discrete input
Voltage state 1 guaranteed	>= 15 V for IB...IG used as discrete input circuit >= 15 V for IH...IA and IH...IR discrete input circuit
Voltage state 0 guaranteed	<= 5 V for IB...IG used as discrete input circuit <= 5 V for IH...IA and IH...IR discrete input circuit <= 5 V
Current state 1 guaranteed	>= 2.2 mA for IH...IA and IH...IR discrete input circuit >= 1.2 mA for IB...IG used as discrete input circuit
Current state 0 guaranteed	< 0.75 mA for IH...IA and IH...IR discrete input circuit < 0.5 mA for IB...IG used as discrete input circuit
Input compatibility	3-wire proximity sensors PNP (discrete input)
Analogue input number	4
Analogue input type	Common mode
Analogue input range	0...10 V 0...24 V
Maximum permissible voltage	30 V (analogue input circuit)
Analogue input resolution	8 bits
LSB value	39 mV (analogue input circuit)
Conversion time	Smart relay cycle time for analogue input circuit

The information provided in this document contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for any use of the information contained herein.

LAMPIRAN 2 DATASHEET SMART RELAY SR3B101BD

Conversion error	+/- 6.2 % at 55 °C for analogue input circuit +/- 5 % at 25 °C for analogue input circuit
Repeat accuracy	+/- 2 % at 55 °C for analogue input circuit
Operating distance	10 m between stations, with screened cable (sensor not isolated) for analogue input circuit
Input impedance	7.4 kOhm (I1...IA and IH...IR discrete input circuit) 12 kOhm (IB...IG used as discrete input circuit) 12 kOhm (IB...IG used as analogue input circuit)
Number of outputs	4 relay output(s)
Output voltage limits	5...30 V DC (relay output) 24...250 V AC (relay output)
Contacts type and composition	NO for relay output
Output thermal current	8 A for all 4 outputs (relay output)
Electrical durability	500000 cycles DC-13 at 24 V, 0.6 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1 500000 cycles DC-12 at 24 V, 1.5 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1 500000 cycles AC-15 at 230 V, 0.9 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1 500000 cycles AC-12 at 230 V, 1.5 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1
Switching capacity in mA	>= 10 mA at 12 V (relay output)
Operating rate in Hz	10 Hz (no load) for relay output 0.1 Hz (at le) for relay output
Mechanical durability	10000000 cycles (relay output)
[Uimp] rated impulse withstand voltage	4 kV conforming to EN/IEC 60947-1 and EN/IEC 60664-1
Clock	With
Response time	5 ms (from state 1 to state 0) for relay output 10 ms (from state 0 to state 1) for relay output
Connections - terminals	Screw terminals, clamping capacity: 2 x 0.25...2 x 0.75 mm ² AWG 24...18 flexible with cable end Screw terminals, clamping capacity: 2 x 0.2...2 x 1.5 mm ² AWG 24...16 solid Screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.25...1 x 2.5 mm ² AWG 24...14 flexible with cable end Screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² AWG 25...14 solid Screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² AWG 25...14 semi-solid
Tightening torque	0.5 N.m
Overtoltage category	III conforming to EN/IEC 60664-1
Product weight	0.25 kg

Environment

Immunity to microbreaks	<= 1 ms
Product certifications	CSA C-Tick GL GOST UL
Standards	EN/IEC 60068-2-27 Ea EN/IEC 60068-2-6 Fc EN/IEC 61000-4-11 EN/IEC 61000-4-12 EN/IEC 61000-4-2 level 3 EN/IEC 61000-4-3 EN/IEC 61000-4-4 level 3 EN/IEC 61000-4-5 EN/IEC 61000-4-6 level 3
IP degree of protection	IP40 (front panel) conforming to IEC 60529 IP20 (terminal block) conforming to IEC 60529
Environmental characteristic	Low voltage directive conforming to EN/IEC 61131-2 EMC directive conforming to EN/IEC 61131-2 zone B EMC directive conforming to EN/IEC 61000-6-4 EMC directive conforming to EN/IEC 61000-6-3 EMC directive conforming to EN/IEC 61000-6-2
Disturbance radiated/conducted	Class B conforming to EN 55022-11 group 1
Pollution degree	2 conforming to EN/IEC 61131-2
Ambient air temperature for operation	-20...55 °C conforming to IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2 -20...40 °C in non-ventilated enclosure conforming to IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2

LAMPIRAN 2 DATASHEET SMART RELAY SR3B101BD

Ambient air temperature for storage	-40...70 °C
Operating altitude	2000 m
Altitude transport	<= 3048 m
Relative humidity	95 % without condensation or dripping water

Contractual warranty

Period	Срок гарантии на Оборудование составляет 18 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию, что подтверждается соответствующим документом, но не более 24 месяцев с даты поставки
--------	--

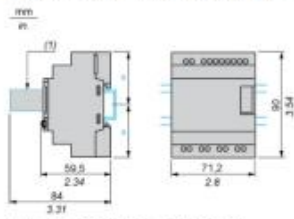
LAMPIRAN 2 DATASHEET SMART RELAY SR3B101BD

Product data sheet
Dimensions Drawings

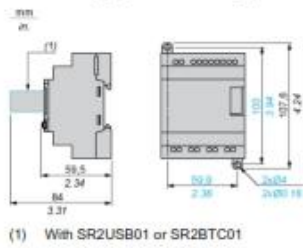
SR3B101BD

Compact and Modular Smart Relays

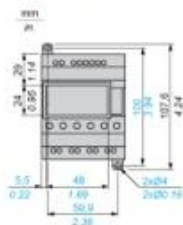
Mounting on 35 mm/1.38 in. DIN Rail



Screw Fixing (Retractable Lugs)



Position of Display



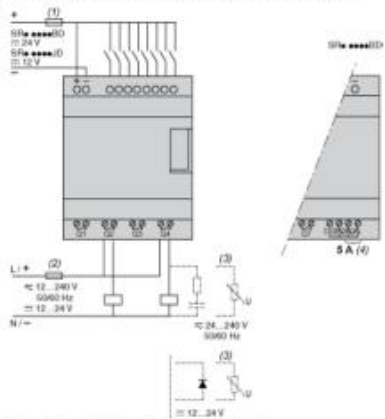
LAMPIRAN 2 DATASHEET SMART RELAY SR3B101BD

Product data sheet
Connections and Schema

SR3B101BD

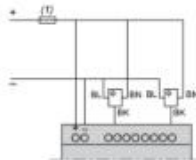
Compact and Modular Smart Relays

Connection of Smart Relays on DC Supply



- (1) 1 A quick-blow fuse or circuit-breaker.
- (2) Fuse or circuit-breaker.
- (3) Inductive load.
- (4) Q9 and Q10: 5 A (max. current in terminal C: 10 A).

Discrete Input Used for 3-Wire Sensors

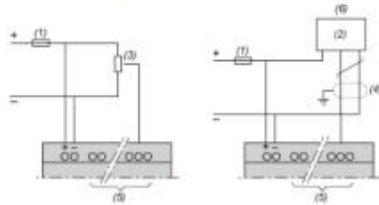


- (1) 1 A quick-blow fuse or circuit-breaker.

Connection of Smart Relays on DC Supply

LAMPIRAN 2 DATASHEET SMART RELAY SR3B101BD

Analog Inputs

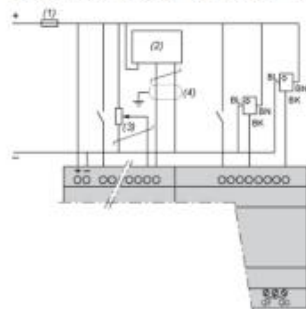


- (1) 1 A quick-blow fuse or circuit-breaker.
- (2) Ca: Analog sensor / Ta: Analog transmitter.
- (3) Recommended values: 2.2 kΩ / 0.5 W (10 kΩ max.)
- (4) Screened cables, maximum length 10 m / 32.80 feet.
- (5) Analog inputs according to Zelio Logic smart relay type (see table below)
- (6) 0-10 Vdc ANALOG

Smart Relays	Analog Inputs
SR2*12**D	IB...IE
SR2A201BD	IB and IC
SR2D201BD	IB and IC
SR2B20**D	IB...IG
SR2E201BD	IB...IG
SR3B10*BD	IB...IE
SR3B26**D	IB...IG

Connection of Smart Relays on DC Supply, with Discrete I/O Extension Modules

SR3B*JD + SR3XT***JD, SR3B***BD + SR3XT***BD**



- (1) 1 A quick-blow fuse or circuit-breaker.
 - (2) Ca: Analog sensor / Ta: Analog transmitter.
 - (3) Recommended values: 2.2 kΩ / 0.5 W (10 kΩ max.)
 - (4) Screened cables, maximum length 10 m / 32.80 feet.
- QF and OG : 5 A for SR3XT141**

LAMPIRAN 2 DATASHEET SMART RELAY SR3B101BD

Product data sheet
Performance Curves

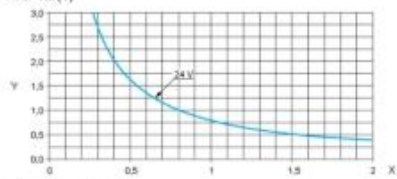
SR3B101BD

Compact and Modular Smart Relays

Electrical Durability of Relay Outputs

(in millions of operating cycles, conforming to IEC/EN 60947-5-1)

DC-12 (1)

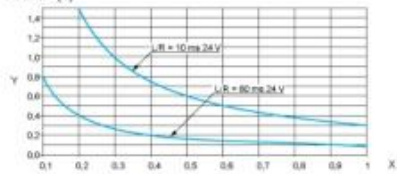


X: Current (A)

Y: Millions of operating cycles

(1) DC-12: control of resistive loads and of solid state loads isolated by opto-coupler, $L/R \leq 1$ ms.

DC-13 (1)



X: Current (A)

Y: Millions of operating cycles

(1) DC-13: switching electromagnets, $L/R \leq 2 \times (U_e \times I_e)$ in ms, U_e : rated operational voltage, I_e : rated operational current (with a protection diode on the load, DC-12 curves must be used with a coefficient of 0.9 applied to the number in millions of operating cycles).

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

1 Features

- Calibrated Directly in Celsius (Centigrade)
- Linear + 10-mV/°C Scale Factor
- 0.5°C Ensured Accuracy (at 25°C)
- Rated for Full -55°C to 150°C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low-Cost Due to Wafer-Level Trimming
- Operates from 4 V to 30 V
- Less than 60-μA Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air
- Non-Linearity Only ±½°C Typical
- Low-Impedance Output, 0.1 Ω for 1-mA Load

2 Applications

- Power Supplies
- Battery Management
- HVAC
- Appliances

3 Description

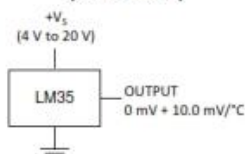
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature devices with an output voltage linearly-proportional to the Centigrade temperature. The LM35 device has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 device does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±½°C at room temperature and ±¾°C over a full -55°C to 150°C temperature range. Lower cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The low-output impedance, linear output, and precise inherent calibration of the LM35 device makes interfacing to readout or control circuitry especially easy. The device is used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As the LM35 device draws only 60 μA from the supply, it has very low self-heating of less than 0.1°C in still air. The LM35 device is rated to operate over a -55°C to 150°C temperature range, while the LM35C device is rated for a -40°C to 110°C range (-10° with improved accuracy). The LM35-series devices are available packaged in hermetic TO transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D devices are available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D device is available in an 8-lead surface-mount small-outline package and a plastic TO-220 package.

Device Information⁽¹⁾

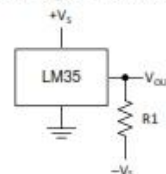
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM35	TO-CAN (3)	4.699 mm × 4.699 mm
	TO-92 (3)	4.30 mm × 4.30 mm
	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm
	TO-220 (3)	14.956 mm × 10.16 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Basic Centigrade Temperature Sensor (2°C to 150°C)



Full-Range Centigrade Temperature Sensor



Choose $R_1 = -V_S / 50 \mu\text{A}$
 $V_{\text{OUT}} = 1500 \text{ mV at } 150^\circ\text{C}$
 $V_{\text{OUT}} = 250 \text{ mV at } 25^\circ\text{C}$
 $V_{\text{OUT}} = -550 \text{ mV at } -55^\circ\text{C}$



An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

www.ti.com

Table of Contents

1 Features	1	7.2 Functional Block Diagram	13
2 Applications	1	7.3 Feature Description	13
3 Description	1	7.4 Device Functional Modes	13
4 Revision History	2	8 Application and Implementation	14
5 Pin Configuration and Functions	3	8.1 Application Information	14
6 Specifications	4	8.2 Typical Application	15
6.1 Absolute Maximum Ratings	4	8.3 System Examples	16
6.2 ESD Ratings	4	9 Power Supply Recommendations	19
6.3 Recommended Operating Conditions	4	10 Layout	19
6.4 Thermal Information	4	10.1 Layout Guidelines	19
6.5 Electrical Characteristics: LM35A, LM35CA Limits	5	10.2 Layout Example	20
6.6 Electrical Characteristics: LM35A, LM35CA	6	11 Device and Documentation Support	21
6.7 Electrical Characteristics: LM35, LM35C, LM35D Limits	6	11.1 Trademarks	21
6.8 Electrical Characteristics: LM35, LM35C, LM35D ...	9	11.2 Electrostatic Discharge Caution	21
6.9 Typical Characteristics	11	11.3 Glossary	21
7 Detailed Description	13	12 Mechanical, Packaging, and Orderable Information	21
7.1 Overview	13		

4 Revision History

Changes from Revision E (January 2015) to Revision F	Page
• Changed NDV Package (TO-CAN) pinout from Top View to Bottom View	3
Changes from Revision D (October 2013) to Revision E	Page
• Added <i>Pin Configuration and Functions</i> section, <i>ESD Ratings</i> table, <i>Feature Description</i> section, <i>Device Functional Modes</i> , <i>Application and Implementation</i> section, <i>Power Supply Recommendations</i> section, <i>Layout</i> section, <i>Device and Documentation Support</i> section, and <i>Mechanical, Packaging, and Orderable Information</i> section	1
Changes from Revision C (July 2013) to Revision D	Page
• Changed W to Ω	1
• Changed W to Ω in <i>Abs Max</i> tablenote.	4

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



www.ti.com

LM35
SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

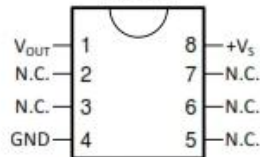
5 Pin Configuration and Functions

NDV Package
3-Pin TO-CAN
(Bottom View)



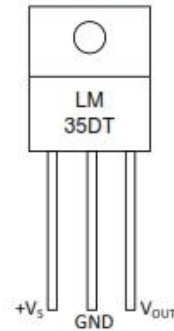
Case is connected to negative pin (GND)

D Package
8-PIN SOIC
(Top View)



N.C. = No connection

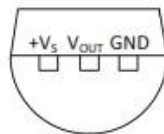
NEB Package
3-Pin TO-220
(Top View)



Tab is connected to the negative pin (GND).

NOTE: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

LP Package
3-Pin TO-92
(Bottom View)



Pin Functions

NAME	PIN				TYPE	DESCRIPTION
	TO46	TO92	TO220	SO8		
V _{OUT}	—	—	—	1	O	Temperature Sensor Analog Output
N.C.	—	—	—	2	—	No Connection
	—	—	—	3		
GND	—	—	—	4	GROUND	Device ground pin, connect to power supply negative terminal
N.C.	—	—	—	5	—	No Connection
	—	—	—	6		
	—	—	—	7		
+V _S	—	—	—	8	POWER	Positive power supply pin

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

SNIS139F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

www.ti.com

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾⁽²⁾

	MIN	MAX	UNIT	
Supply voltage	-0.2	35	V	
Output voltage	-1	6	V	
Output current		10	mA	
Maximum Junction Temperature, $T_{j,max}$		150	°C	
Storage Temperature, T_{stg}	TO-CAN, TO-92 Package	-60	150	°C
	TO-220, SOIC Package	-65	150	

(1) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

(2) Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions.

6.2 ESD Ratings

	VALUE	UNIT	
$V_{(ESD)}$ Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±2500	V

(1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

	MIN	MAX	UNIT	
Specified operating temperature: T_{MIN} to T_{MAX}	LM35, LM35A	-55	150	°C
	LM35C, LM35CA	-40	110	
	LM35D	0	100	
Supply Voltage (+ V_{S})	4	30	V	

6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾⁽²⁾	LM35				UNIT
	NDV	LP	D	NEB	
	3 PINS		8 PINS	3 PINS	
$R_{\theta(ja)}$ Junction-to-ambient thermal resistance	400	180	220	90	°C/W
$R_{\theta(jc(top))}$ Junction-to-case (top) thermal resistance	24	—	—	—	

(1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).

(2) For additional thermal resistance information, see *Typical Application*.

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

www.ti.com

SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

6.5 Electrical Characteristics: LM35A, LM35CA Limits

Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 150^{\circ}\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 110^{\circ}\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$ for the LM35D. $V_S = 5\text{ Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50\ \mu\text{A}$, in the circuit of [Full-Range Centigrade Temperature Sensor](#). These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of [Figure 14](#).

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35A			LM35CA			UNIT
		TYP	TESTED LIMIT ⁽¹⁾	DESIGN LIMIT ⁽²⁾	TYP	TESTED LIMIT ⁽¹⁾	DESIGN LIMIT ⁽²⁾	
Accuracy ⁽³⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5		$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1	
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.4	± 1		± 0.4	± 1		
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.4	± 1		± 0.4		± 1.5	
Nonlinearity ⁽⁴⁾	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	± 0.16		± 0.35	± 0.15		± 0.3	$^{\circ}\text{C}$
Sensor gain (average slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	10	9.9		10		9.9	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	10	10.1		10		10.1	
Load regulation ⁽⁵⁾ $0 \leq I_L \leq 1\ \text{mA}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	± 0.4	± 1		± 0.4	± 1		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	± 0.5		± 3	± 0.5		± 3	
Line regulation ⁽⁵⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4\ \text{V} \leq V_S \leq 30\ \text{V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	
Quiescent current ⁽⁶⁾	$V_S = 5\ \text{V}$, 25°C	56	67		56	67		μA
	$V_S = 5\ \text{V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	105		131	91		114	
	$V_S = 30\ \text{V}$, 25°C	56.2	66		56.2	66		
	$V_S = 30\ \text{V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	105.5		133	91.5		116	
Change of quiescent current ⁽⁵⁾	$4\ \text{V} \leq V_S \leq 30\ \text{V}$, 25°C	0.2	1		0.2	1		μA
	$4\ \text{V} \leq V_S \leq 30\ \text{V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	0.5		2	0.5		2	
Temperature coefficient of quiescent current	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	0.39		0.5	0.39		0.5	$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$
Minimum temperature for rate accuracy	In circuit of Figure 14 , $I_L = 0$	1.5		2	1.5		2	$^{\circ}\text{C}$
Long term stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.05			± 0.05			$^{\circ}\text{C}$

(1) Tested Limits are ensured and 100% tested in production.

(2) Design Limits are ensured (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

(3) Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$ times the case temperature of the device, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^{\circ}\text{C}$).

(4) Non-linearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the rated temperature range of the device.

(5) Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

(6) Quiescent current is defined in the circuit of [Figure 14](#).

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

www.ti.com

6.6 Electrical Characteristics: LM35A, LM35CA

Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 150^{\circ}\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 110^{\circ}\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$ for the LM35D. $V_S = 5\text{ Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50\ \mu\text{A}$, in the circuit of [Full-Range Centigrade Temperature Sensor](#). These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of [Figure 14](#).

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35A			LM35CA			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	TYP	TYP	MAX		
Accuracy ⁽¹⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$			± 0.2			± 0.2	°C	
		Tested Limit ⁽²⁾					± 0.5		
		Design Limit ⁽³⁾							
	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$				± 0.3				± 0.3
		Tested Limit ⁽²⁾							± 1
		Design Limit ⁽³⁾							
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.4				± 0.4
		Tested Limit ⁽²⁾							± 1
		Design Limit ⁽³⁾							
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.4				± 0.4
		Tested Limit ⁽²⁾							± 1
		Design Limit ⁽³⁾							± 1.5
Nonlinearity ⁽⁴⁾	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$ $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$			± 0.10			± 0.10	°C	
		Tested Limit ⁽²⁾							
		Design Limit ⁽³⁾			± 0.35				± 0.3
Sensor gain (average slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$			10			10	mV/°C	
		Tested Limit ⁽²⁾							
		Design Limit ⁽³⁾							9.9
	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$				10				10
		Tested Limit ⁽²⁾							10.1
		Design Limit ⁽³⁾							10.1
Load regulation ⁽⁵⁾ $0 \leq I_L \leq 1\text{ mA}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$			± 0.4			± 0.4	mV/mA	
		Tested Limit ⁽²⁾							± 1
		Design Limit ⁽³⁾							
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$ $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$				± 0.5				± 0.5
		Tested Limit ⁽²⁾							
		Design Limit ⁽³⁾							± 3
Line regulation ⁽⁵⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$			± 0.01			± 0.01	mV/V	
		Tested Limit ⁽²⁾							± 0.05
		Design Limit ⁽³⁾							
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$ $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$				± 0.02				± 0.02
		Tested Limit ⁽²⁾							
		Design Limit ⁽³⁾							± 0.1

(1) Accuracy is defined as the error between the output voltage and 10 mV/°C times the case temperature of the device, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in °C).

(2) Tested Limits are ensured and 100% tested in production.

(3) Design Limits are ensured (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

(4) Non-linearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the rated temperature range of the device.

(5) Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

www.ti.com

SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

Electrical Characteristics: LM35A, LM35CA (continued)

Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 150^{\circ}\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 110^{\circ}\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$ for the LM35D. $V_S = 5\text{ Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50\ \mu\text{A}$, in the circuit of [Full-Range Centigrade Temperature Sensor](#). These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of [Figure 14](#).

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35A			LM35CA			UNIT
		MIN	TYP	MAX	TYP	TYP	MAX	
Quiescent current ⁽⁶⁾	$V_S = 5\text{ V}, 25^{\circ}\text{C}$		56		56		μA	
		Tested Limit ⁽²⁾		67		67		
		Design Limit ⁽³⁾						
	$V_S = 5\text{ V}, -40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$		105		91			
		Tested Limit ⁽²⁾						
		Design Limit ⁽³⁾		131		114		
	$V_S = 30\text{ V}, 25^{\circ}\text{C}$		56.2		56.2			
		Tested Limit ⁽²⁾		66		66		
		Design Limit ⁽³⁾						
	$V_S = 30\text{ V}, -40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$		105.5		91.5			
		Tested Limit ⁽²⁾						
		Design Limit ⁽³⁾		133		116		
Change of quiescent current ⁽²⁾	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}, 25^{\circ}\text{C}$		0.2		0.2	μA		
		Tested Limit ⁽²⁾		1			1	
		Design Limit ⁽³⁾						
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}, -40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$		0.5		0.5		$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$	
		Tested Limit ⁽²⁾						
		Design Limit ⁽³⁾		2				2
Temperature coefficient of quiescent current	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$		0.39		0.39	$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$		
		Tested Limit ⁽²⁾						
		Design Limit ⁽³⁾		0.5				0.5
Minimum temperature for rate accuracy	In circuit of Figure 14 , $I_L = 0$		1.5		1.5	$^{\circ}\text{C}$		
		Tested Limit ⁽²⁾						
		Design Limit ⁽³⁾		2			2	
Long term stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours		± 0.05		± 0.05	$^{\circ}\text{C}$		

(6) Quiescent current is defined in the circuit of [Figure 14](#).

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

www.ti.com

6.7 Electrical Characteristics: LM35, LM35C, LM35D Limits

Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 150^{\circ}\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 110^{\circ}\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$ for the LM35D. $V_S = 5\text{ Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50\ \mu\text{A}$, in the circuit of [Full-Range Centigrade Temperature Sensor](#). These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of [Figure 14](#).

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35			LM35C, LM35D			UNIT
		TYP	TESTED LIMIT ⁽¹⁾	DESIGN LIMIT ⁽²⁾	TYP	TESTED LIMIT ⁽¹⁾	DESIGN LIMIT ⁽²⁾	
Accuracy, LM35, LM35C ⁽³⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	± 0.4	± 1		± 0.4	± 1		$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.5	± 1.5		± 0.5		± 1.5	
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.5		± 1.5	± 0.5		± 2	
Accuracy, LM35D ⁽³⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$				± 0.5	± 1.5		$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9		± 2	
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.9		± 2	
Nonlinearity ⁽⁴⁾	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	± 0.3		± 0.5	± 0.2		± 0.5	$^{\circ}\text{C}$
Sensor gain (average slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	10	9.8		10		9.8	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
		10	10.2		10		10.2	
Load regulation ⁽⁵⁾ $0 \leq I_L \leq 1\text{ mA}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	± 0.4	± 2		± 0.4	± 2		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	± 0.5		± 5	± 0.5		± 5	
Line regulation ⁽⁵⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	± 0.01	± 0.1		± 0.01	± 0.1		mV/V
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	± 0.02		± 0.2	± 0.02		± 0.2	
Quiescent current ⁽⁶⁾	$V_S = 5\text{ V}$, 25°C	56	60		56	60		μA
	$V_S = 5\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	105		155	91		135	
	$V_S = 30\text{ V}$, 25°C	56.2	62		56.2	62		
	$V_S = 30\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	105.5		161	91.5		141	
Change of quiescent current ⁽⁵⁾	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$, 25°C	0.2	2		0.2	2		μA
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	0.5		3	0.5		3	
Temperature coefficient of quiescent current	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	0.39		0.7	0.39		0.7	$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$
Minimum temperature for rate accuracy	In circuit of Figure 14 , $I_L = 0$	1.5		2	1.5		2	$^{\circ}\text{C}$
Long term stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.05			± 0.05			$^{\circ}\text{C}$

(1) Tested Limits are ensured and 100% tested in production.

(2) Design Limits are ensured (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

(3) Accuracy is defined as the error between the output voltage and 10 $\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ times the case temperature of the device, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^{\circ}\text{C}$).

(4) Non-linearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the rated temperature range of the device.

(5) Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

(6) Quiescent current is defined in the circuit of [Figure 14](#).

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

www.ti.com

SNIS139F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

6.8 Electrical Characteristics: LM35, LM35C, LM35D

Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 150^{\circ}\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 110^{\circ}\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$ for the LM35D. $V_S = 5\text{ Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50\ \mu\text{A}$, in the circuit of Full-Range Centigrade Temperature Sensor. These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of Figure 14.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35			LM35C, LM35D			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Accuracy, LM35, LM35C ⁽¹⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		± 0.4		± 0.4		°C	
		Tested Limit ⁽²⁾		± 1		± 1		
		Design Limit ⁽³⁾						
	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$		± 0.5		± 0.5			
		Tested Limit ⁽²⁾				± 1.5		
		Design Limit ⁽³⁾						± 1.5
	$T_A = T_{\text{MAX}}$		± 0.5		± 1.5			± 0.5
		Tested Limit ⁽²⁾						± 1.5
		Design Limit ⁽³⁾						± 1.5
	$T_A = T_{\text{MIN}}$		± 0.5		± 1.5			± 0.5
		Tested Limit ⁽²⁾						± 2
		Design Limit ⁽³⁾						± 2
Accuracy, LM35D ⁽¹⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$				± 0.6		°C	
		Tested Limit ⁽²⁾				± 1.5		
		Design Limit ⁽³⁾						± 1.5
	$T_A = T_{\text{MAX}}$					± 0.9		
		Tested Limit ⁽²⁾						± 2
		Design Limit ⁽³⁾						± 2
$T_A = T_{\text{MIN}}$					± 0.9			
	Tested Limit ⁽²⁾					± 2		
	Design Limit ⁽³⁾					± 2		
Nonlinearity ⁽⁴⁾	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$		± 0.3		± 0.2		°C	
		Tested Limit ⁽²⁾		± 0.5		± 0.5		
Sensor gain (average slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$		10		10		mV/°C	
		Tested Limit ⁽²⁾		9.6		9.6		
		Design Limit ⁽³⁾						9.6
			10		10			
		Tested Limit ⁽²⁾		10.2		10.2		
		Design Limit ⁽³⁾						10.2
Load regulation ⁽⁵⁾ $0 \leq I_L \leq 1\text{ mA}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		± 0.4		± 0.4		mV/mA	
		Tested Limit ⁽²⁾		± 2		± 2		
		Design Limit ⁽³⁾						± 2
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$		± 0.5		± 0.5			
		Tested Limit ⁽²⁾						± 5
		Design Limit ⁽³⁾						± 5

- (1) Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ times the case temperature of the device, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in °C).
- (2) Tested Limits are ensured and 100% tested in production.
- (3) Design Limits are ensured (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.
- (4) Non-linearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the rated temperature range of the device.
- (5) Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35



LM35

SNIS139F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

www.ti.com

Electrical Characteristics: LM35, LM35C, LM35D (continued)

Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 150^{\circ}\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 110^{\circ}\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$ for the LM35D. $V_S = 5\text{ Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50\ \mu\text{A}$, in the circuit of [Full-Range Centigrade Temperature Sensor](#). These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of [Figure 14](#).

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35			LM35C, LM35D			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
Line regulation ⁽⁵⁾	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	Tested Limit ⁽²⁾	± 0.01		± 0.01		mV/V		
		Design Limit ⁽³⁾			± 0.1				
					± 0.1				
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	Tested Limit ⁽²⁾	± 0.02		± 0.02				
		Design Limit ⁽³⁾			± 0.2				
					± 0.2				
Quiescent current ⁽⁶⁾	$V_S = 5\text{ V}$, 25°C	Tested Limit ⁽²⁾	56		56		μA		
		Design Limit ⁽³⁾			60				
	$V_S = 5\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	Tested Limit ⁽²⁾	105		91				
		Design Limit ⁽³⁾			138				
	$V_S = 30\text{ V}$, 25°C	Tested Limit ⁽²⁾	56.2		56.2				
		Design Limit ⁽³⁾			62				
	$V_S = 30\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	Tested Limit ⁽²⁾	105.5		91.5				
		Design Limit ⁽³⁾			141				
	Change of quiescent current ⁽⁵⁾	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$, 25°C	Tested Limit ⁽²⁾	0.2		0.2		μA	
			Design Limit ⁽³⁾			2			
		$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	Tested Limit ⁽²⁾	0.5		0.5			
			Design Limit ⁽³⁾			3			
Temperature coefficient of quiescent current		$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$	Tested Limit ⁽²⁾	0.39		0.39			$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$
			Design Limit ⁽³⁾			0.7			
Minimum temperature for rate accuracy	In circuit of Figure 14 , $I_L = 0$	Tested Limit ⁽²⁾	1.5		1.5		$^{\circ}\text{C}$		
		Design Limit ⁽³⁾			2				
Long term stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours		± 0.06		± 0.06		$^{\circ}\text{C}$		

(6) Quiescent current is defined in the circuit of [Figure 14](#).

LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35

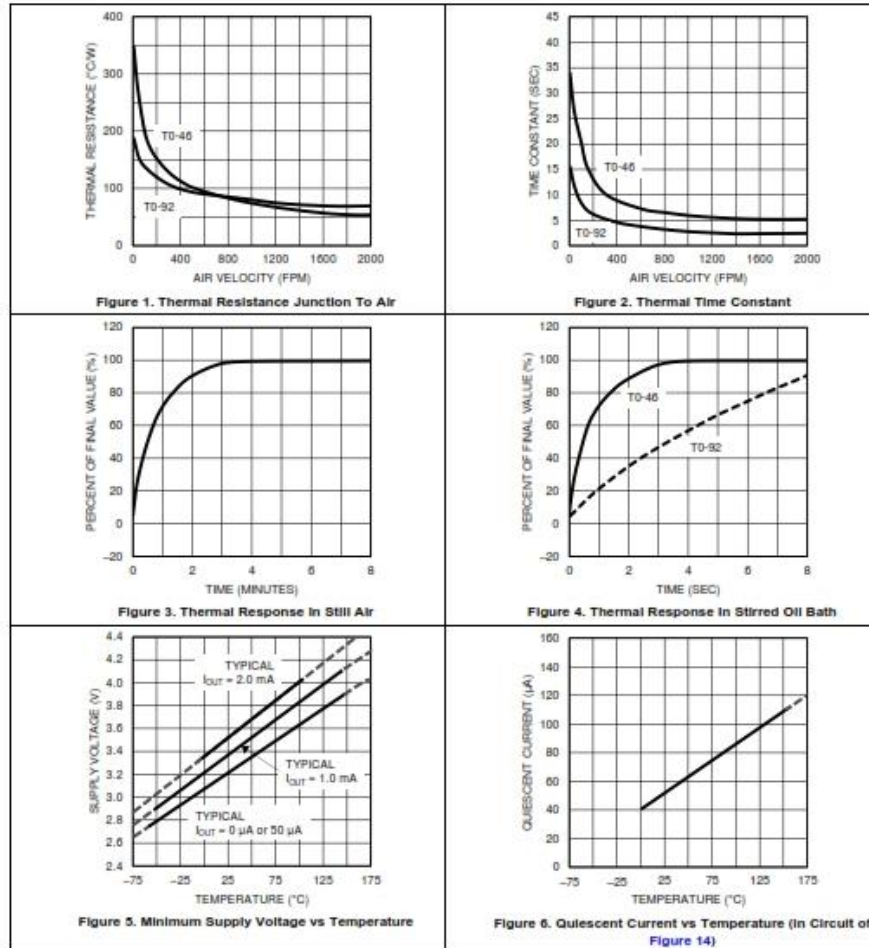


LM35

www.ti.com

SNIS159F –AUGUST 1999–REVISED JANUARY 2016

6.9 Typical Characteristics



LAMPIRAN 3 DATASHEET SENSOR LM 35

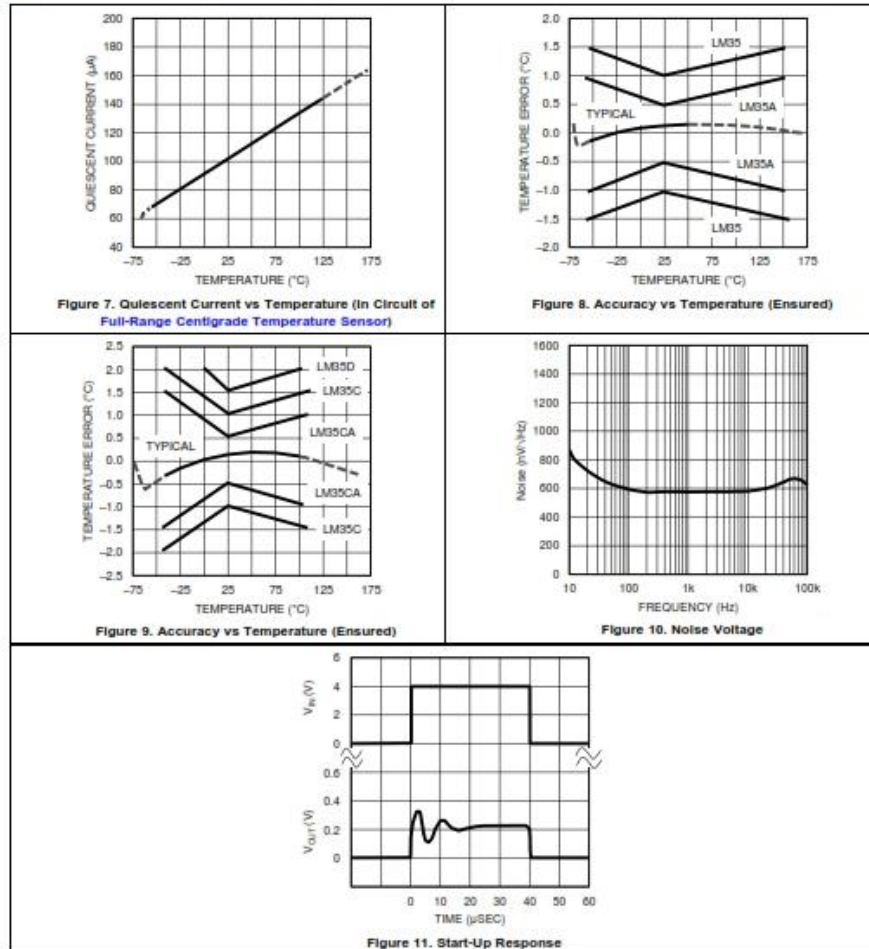


LM35

SNIS159F – AUGUST 1999 – REVISED JANUARY 2016

www.ti.com

Typical Characteristics (continued)



LAMPIRAN 4 DATASHEET SENSOR YL 69

2.1.3.8 YL-69 Moisture Sensor

This is an Electrical resistance Sensor. The sensor is made up of two electrodes. This soil moisture sensor reads the moisture content around it. A current is passed across the electrodes through the soil and the resistance to the current in the soil determines the soil moisture. If the soil has more water resistance will be low and thus more current will pass through. On the other hand when the soil moisture is low the sensor module outputs a high level of resistance. [7] This sensor has both digital and analogue outputs. Digital output is simple to use but is not as accurate as the analogue output.

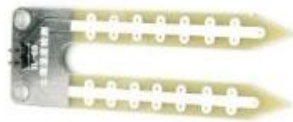


Figure 2.5 YL-69 Sensor

YL-69 soil moisture sensor has the following specifications: [7]

Vcc power supply	3.3V or 5V
Current	35mA
Signal output voltage	0-4.2V
Digital Outputs	0 or 1
Analog	Resistance (Ω)
Panel Dimension	3.0cm by 1.6cm
Probe Dimension	6.0cm by 3.0cm
GND	Connected to ground

LAMPIRAN 4 DATASHEET SENSOR YL 69

Table 2-1 YL-69 specifications

The sensor comes with a small PCB board fitted with LM393 comparator chip and a digital potentiometer.



Figure 2.6 YL-69 PCB

2.1.3.8.1 Digital potentiometer

A potentiometer is basically a variable resistor. Like analog potentiometers, digital potentiometers are used to scale or adjust resistance of a circuit. [7] Digital potentiometers are also known as a digital pot or digipot. Digipots are used mostly in scaling analog signals to be used in a microcontroller.

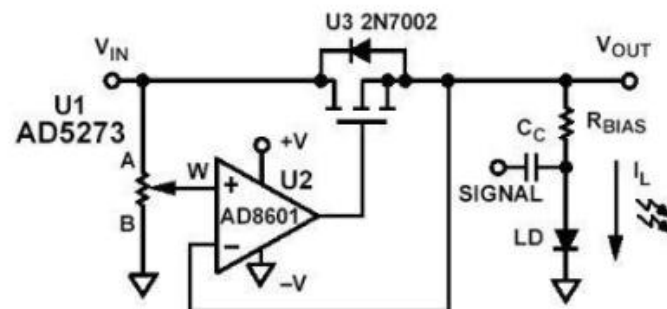


Figure 2.7 Digipot schematic

Digipot output resistance is variable based on digital inputs and thus also known as resistive digital-to-analog converters (RDACs). Some RDACs come with nonvolatile memory thus

LAMPIRAN 4 DATASHEET SENSOR YL 69

provide wiper setting retention after a power ON to OFF cycle. Digipots are available as integrated circuits (ICs).



Figure 2.8 P3362 Electronic potentiometer

On the soil moisture sensor the digital potentiometer acts as a low resolution digital to analog convertor (DAC) thus adjusting it varies the sensitivity of the sensor.

2.1.3.8.2 LM393 comparator

A compactor is an electronic device that compares two voltages or currents and gives a digital signal as the output. It indicates which of the two compared quantities is large. A comparator has a least two input pins and one output pin. Operational amplifier operating in open loop configuration and without negative feedback can be used as a simple comparator.

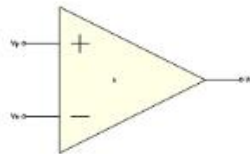


Figure 2.9 Operational amplifier

One of the most commonly used comparators is LM393. It is available as an IC.

LAMPIRAN 4 DATASHEET SENSOR YL 69



Figure 2.10 LM 393 Comparator

It is preferred due to the following characteristics: [7]

• Supply Voltage	(2.0 to 36.0) V
• Supply	Single or dual (± 1.0 to ± 18.0) V
• Current drain	0.4 mA
• Biasing current	25 nA
• Offset current	± 5 nA
• Saturation Voltage	± 3 mV
• Compatibility	TTL, DTL, ECL, MOS and CMOS logic systems
• Differential input voltage range	Same as power supply voltage

Table 2-2 8 LM 393 Comparator specifications

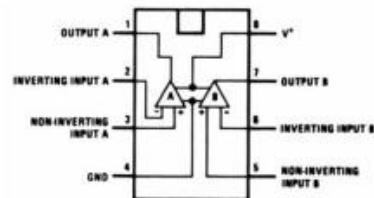


Figure 2.11 LM393 pin configuration

LAMPIRAN 4 *DATASHEET* SENSOR YL 69

LM393 finds application in limit comparators, simple ADC, time delay generators and square wave generators among others. The capability of LM393 to interface with low power drain is an advantage over other types of comparators.

2.1.4 Sensor Selection

When deciding on which sensor to use the following factors should be put into consideration: [4][8]

Price: This is the most important parameter when selecting any component. The price of the sensor will ultimately affect the price of the whole system as this is one of the major system modules. Sensor with the most competitive price should be chosen.

Power: In any electrical system power efficiency is critical. Moisture sensor will low power consumption should be selected. Sensors which can be battery powered can be used in areas without electricity connection.

Technology: Technology used to design sensor dictate the sensitivity, cost and durability of the sensors. Most low cost sensors have poor sensitivity, rust and corrode over time. Resistive or conductive sensors which are affected by soli salinity thus have a short life.

Shape: Long and slender sensors can be used in many applications than bulky ones.

Durability: Soil moisture sensor which are not affected by soil salinity, corrode or rust should be selected. Soil moisture sensor probes that measure conductivity or resistance should be avoided, since they will wear out over time.

Accuracy and Linearity: A quality soil moisture sensor probe should give an output which is proportional to water content over the full output range. In addition, the soil moisture sensor probe should have a good output range to reduce sensitivity to noise.

Voltage Range: Choose a sensor that has a big supply voltage range. Powering a sensor with the wrong voltage will damage the sensor or give inaccurate results.

LAMPIRAN 4 *DATASHEET* SENSOR YL 69

Sensor Installation

Sensors orientation and installation depends on the sensor type, size and shape (flat, node, and rod). Installation should be guided by the manufacturer's installation manual. But in general the sensor should be installed as close to the root area as possible. [4]

On new fields; the SMS should be installed prior to planting crops. The sensor should be installed at approximately 3 inches deep. For existing fields trenches are dug at uniform intervals and SMS installed.[8]



Figure 2.12.Installation of flat probe SMS

Flat sensor probes are commonly found in two types and typically use TDT technology. These are the Exposed wave guides and the Encased wave guides. Both of these sensor types are installed horizontally. [7]

Node probes type soil moisture sensors are usually installed vertically around the root area. Granular Matrix technology is typically used in this SMS type.



LAMPIRAN 4 DATASHEET SENSOR YL 69

Figure 2.13. SMSs with node probes installation

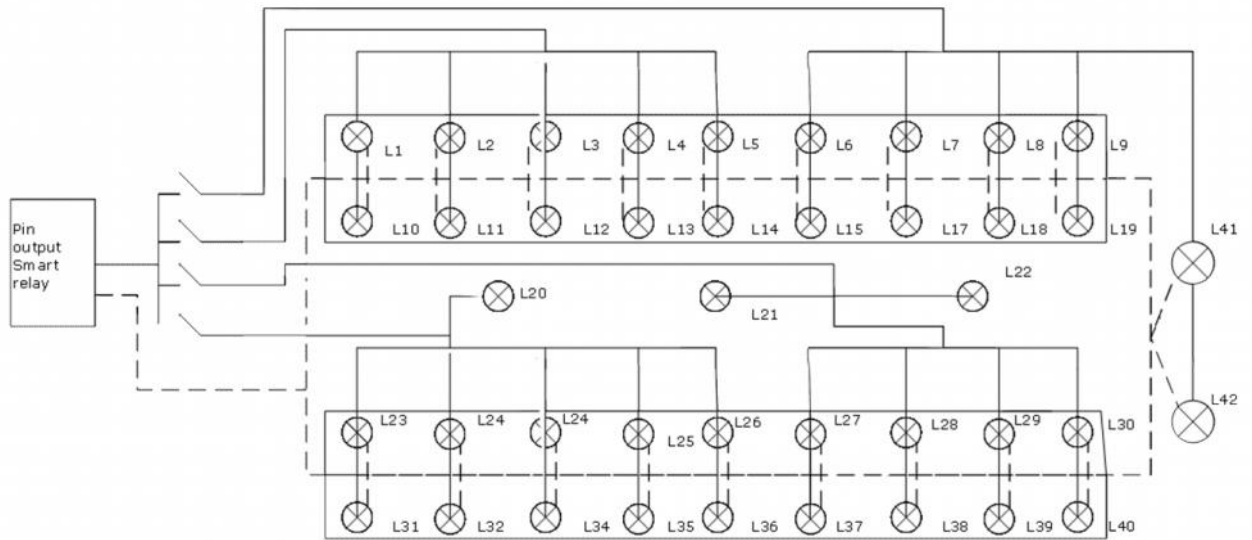
For rod type probes SMSs; the probes are installed inclined at 45° to the ground to allow the probes to read moisture content from the root zone. TDR technology is typically used in this class of sensors. SMSs should be installed away from structures, tree canopy, construction roads and plant debris.

2.1.5 Sensor Calibration

As is the case of sensors installation, sensor calibration should also be done in line with the manufacturer's specifications. Different sensors have different calibration procedures. Development stage of the plants roots also determines the SMSs calibration. [7] The soil type and crops water requirements greatly influence the sensors calibration.

Dry soil	0 ~300
Humid soil	300~700
In water(soil soggy)	700~950

Table 2-3. YL-69 sensor value description

LAMPIRAN 5 DATASHEET INSTALASI LAMPU RUMAH KACA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Arif Setiawan. Lahir di Jakarta pada tanggal 11 Januari 1994, merupakan anak kedua dari pasangan suami istri Bapak Drs. Sukardi M M dan Ibu Mulyaningsih. Penulis sekarang bertempat tinggal di Jalan Bakti 1 no. 30 Rt 016 / 008 Kel. Pulogebang Kec. Cakung Jakarta Timur Kode Pos 13950

Adapun riwayat pendidikan penulis yaitu pada tahun 2006 lulus dari SDN Pondok Kopi 08 Pagi dan melanjutkan ke SMPN 139 Jakarta lulus pada tahun 2009, pada tahun 2011 lulus dari SMKN 5 Jakarta Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Setelah itu penulis melanjutkan studi S1 di Universitas Negeri Jakarta mengambil program (praktik kerja lapangan) di PT. Green Energy Nusantara dan PKM (Praktik Ketrampilan Mengajar) di SMKN 5 Jakarta.

,