



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

# **APLIKASI MIKROKONTROLER PIC16F628 UNTUK IRIGASI SPRINKLER PEMBIBITAN AWAL (PRE-NURSERY) KELAPA SAWIT SISTEM RAK**

**SKRIPSI**



**ERI STIANTO**  
**0811111015**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG 2012**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**APLIKASI MIKROKONTROLER PIC16F628 UNTUK IRIGASI  
SPRINKLER PEMBIBITAN AWAL (*PRE-NURSERY*)  
KELAPA SAWIT SISTEM RAK**

**SKRIPSI**

Oleh :

**ERI STIYANTO  
0811111015**

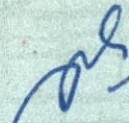
Menyetujui :

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Eri Gas Ekaputra, MS  
NIP. 196212051993021001**

**Dosen Pembimbing II**



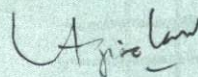
**Dr. Ir. Sandra, MP  
NIP. 196312311993031021**

**Dekan Fakultas  
Teknologi Pertanian  
Universitas Andalas**



**Prof. Dr. Ir. Fauzan Azima, MS  
NIP. 195510131985031001**

**Ketua Program Studi  
Teknik Pertanian**



**Moh. Agita Tjandra, Ph.D  
NIP. 196108171999031001**

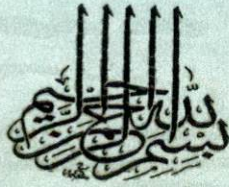




**Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia  
Ujian Tugas Akhir Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Andalas Padang  
pada tanggal 19 Juli 2012**

No.	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Moh. Agita Tjandra, Ph.D	(Agita Tjandra)	Ketua
2.	Delvi Yanti, S.TP, MP	(Delvi Yanti)	Sekretaris
3.	Prof. Dr. Ir. Isril Berd, SU	(Isril Berd)	Anggota
4.	Dr. Ir. Eri Gas Ekaputra, MS	(Eri Gas Ekaputra)	Anggota
5.	Dr. Ir. Sandra, MP	(Sandra)	Anggota





١ الْعَصْرَ ٢ إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ ٣ إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا

عَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَاصَوْا بِتَوَاصَوْا بِالْحَقِّ الصَّبْرِ

Artinya:

1) Demi masa 2) Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, 3) Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karurianya , sholawat dan salam untuk pemimpin umat sedunia muhamad SAW.

Dari semula tlah kau tetapkan hidupku dalam tangan mu, dalam takdirmu, dan dalam rencanamu ya..... robbi.....rencana yang indah tlah kau siapkan bagi masa depanku yang penuh harapan, harapan akan kesuksesan terpankku di pundaku

Memang berharganya waktu-waktu itu, waktu yang telah berlalu memang memang terkadang merugikan, tapi hasil ini tidak akan pernah menjadi sebuah penyesalanku, terimakasih ya Allah, atas waktu yang telah kau berikan padaku.

Kupersembahkan karya kecilku ini untuk kedua orang tuaku, pa'e dan ma'e (sunari & wartinah) atas do'a dan sentuhan kasih sayang yang tak terkira dalam nilainya tak terukur dalam skalanya, sepanjang umur hidupku menaungi dan menerangi kehidupan yang fana ini. Untuk nenek tersayangku (satinem), paman dan bibiku (pmn yatno & bibi watirah, le' jumai & bi wati, le' man & bi sri) dan Buat adik (sherly & Ipan) dan keponakanku (sukma, apis, a'a, erna, aidil, silo) belajar yang rajin aku menunggumu di tempat yang membuka cakrawala pengetahuan pikiranku, serta seluruh keluarga besar yang mendukungku.

Untuk seseorang yang selalu berada disampingku yang selalu mendengar keluh kesahku dalam segala hal. Selalu memberi support atas setiap yang aku kerjakan benar maupun salah, terimakasih banget ya..... semoga cepat menyusul.... ( marliza rahma yuli). Untuk MENWA yang membesarkan mental dan pola pikirku angkatan 32 (jasri helson, zikran hidayat, nural farji, nike karjunira, nora deliana, rora n.s) kepada yuda 33, 34, dan 35 semoga tetap jaya.



Untuk semua abg2ku TP07(bg deni, bg agung, bg reri, bg wil, bg yopi ) terimakasih atas kebersamaan penjarian pengalamannya dalam mandiz d sungai dan jalan2x, kemudian kawan2 yang sangat saya banggakanangkatan TP08 (rais & putra) atas keersamaan kita, kawan2 labor LINK (sari, wira, tomo, randy, eva, ijah, dan rehan, mardi, ade lubis, ade, afifa, icum) kawan labor LWRE (jerri, fegi, selly, rika, nesy) dan semua kawan yang mendukung ku (shinta, uci, rudi, gulo, wahyu, sitanggang, deby, tika, chaz, legi, klorok, yuda, teguh, black, keong, fuji, khairul, dendi, gambuang) dan semua nya dech...gak bias disebut satu2 banyak banget. Kepada adek2 TP09(apri, dewi, andra, isel, yushi, dewi, anggi, zubet dll) TP10, TP11 semoga selalu sukses ya.....

Kepada sahabat terbaiku yang tlah membentuk persahabatan kita dari SMP sampai dengan sekarang, lebih dari pada sahabat, teman bahkan saudara (ade Marwan) sf bro mleset dikit lidah nih...trimakasih selalu setia menemani..kita...ya...kepada anak-anak cupak tengah in the kost ma' ijah tarimokasih jugah (pendi, dahri, hanapi, marwan) yang alun tolong manyusul capek yo.....

Kawan-kawan KKN (rika, anes, rima, izi, hary, icin, ady, tifah, hendri, rio, vikcy, abi, dani, icha, roni, retno, tarimo kasih yo..... walaupun banyak sakitnya dengan aku tapi tetap ada membekas d benakku paka pak jorong mulyo rejo atas nasehat-nasehatnya dan pak jorong sidomulyo semoga jadi mulyanya.....hehehe

Jangan sesali satu haripun dalam hidupmu

Kenanglah hari baik yg telah berimu kebahagiaan

hari buruk yg berimu pengalaman.

jangan sesali sesuatu yg telah berakhir, meskipun itu indah

Tanpa akhir tak akan pernah ada awal baru yg mungkin lebih indah

Aku melihat

Aku mendengar

Aku merasa

dan aku....

**BELAJAR HIDUP**



## BIODATA

Penulis dilahirkan di Talang Sari blok C Lunang II Kecamatan Lunang Silaut Kabupaten Pesisir Selatan pada tanggal 31 Oktober 1990 sebagai anak sulung dari 3 bersaudara dari pasangan Sunari dan Wartinah. Memulai jenjang pendidikan pertama SD No. 45 Blok B Lunang II Pesisir Selatan lulus pada tahun 2002, dilanjutkan pada Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) N 1 Lunang Silaut Pesisir Selatan lulus pada tahun 2005, dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) N1 Lunang Silaut Pesisir Selatan lulus pada tahun 2008, dan kemudian melanjutkan studi di perguruan tinggi Universitas Andalas Padang di Fakultas Teknologi Pertanian pada Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2008 dengan masuk melalui jalur PMDK.

Padang, 31 Agustus 2012

Eri Stianto



## KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Wr.Wb

Puji Syukur yang ikhlas kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas segala limpahan Rahmat, Hidayah dan Inayahnya sehingga penulisan dapat terselesaikan walaupun masih jauh dari kesempurnaan. Sholawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad Saw, yang selalu menjadi tuntunan dan suri tauladan bagi umatnya. Skripsi yang berjudul judul **Aplikasi Mikrokontroler PIC16F628 Irigasi Sprinkler Pembibitan Awal (Pre-Nursery) Kelapa Sawit Sistem Rak**. Ini merupakan salah satu syarat di Fakultas Teknologi Pertanian guna mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian. Dalam penyusunan skripsi ini tak terhitung waktu, energi, pemikiran tak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. Bapak Dr. H. Werry Darta Taifur, SE, MA selaku Rektor Universitas Andalas.
2. Wakil Rektor III Bidang Kemahasiswaan UNAND atas segala dorongannya dalam banyak kegiatan kemahasiswaan.
3. Prof. Dr. Ir. Fauzan Azima, MS. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas
4. Ir. Moh. Agita Tjandra, M.Sc. Ph.D. Ketua Program Studi Teknik Pertanian
5. Dr. Ir. Eri Gas Ekaputra, MS. selaku pembimbing I dan Dr. Ir. Sandra, MP. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, nasehat, petunjuk, saran serta kritik guna membangun kebaikan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Pertanian yang sangat saya banggakan, terimakasih atas ilmu dan jasamu hingga detik ini.
7. Seluruh staf akademik yang tulus melayani kami dari masuk hingga saat ini

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini sangat di harapkan. Akhir doa dan harapan semoga segala bantuan dan yang telah di berikan mendapatkan imbalan dari ALLAH SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat nantinya. *Amiin*

Padang, Agustus  
2012

**E.S**



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Irigasi.....	3
2.2 Sistem Irigasi Sprinkler.....	3
2.2.1 Komponen Sistem Irigasi Sprinkler.....	4
2.2.2 Jenis-Jenis Sistem Sprinkler.....	5
2.2.2.1 Sistem <i>permanent (Fixed / Solid Set)</i> .....	5
2.2.2.2 Portable dan semi portable ( <i>hand move atau mechanical move</i> ).....	5
2.2.2.3 <i>Traveling Big Gun</i> .....	6
2.2.2.4 <i>Center Pivot atau Linear Move</i> .....	7
2.3 Air Tanah.....	8
2.3.1 Kadar Air Tanah.....	8
2.3.2 Suhu Tanah.....	9
2.4 Pembibitan Kelapa Sawit.....	10
2.4.1 Pembibitan Awal ( <i>Pre – Nursery</i> ).....	10
2.4.1.1 Persiapan dan pengelolaan tanah.....	10
2.4.1.2 Naungan.....	11
2.4.1.3 Penanaman Kecambah.....	11
2.4.1.4 Perawatan Pembibitan Awal.....	12
2.4.1.5 Seleksi bibit.....	12
2.5 Sistem kontrol.....	13
2.5.1 Mikrokontroler.....	13



2.5.1.1 Mikrokontroler PIC16F628A .....	14
III. BAHAN DAN METODE .....	15
3.1 Tempat dan Waktu .....	15
3.2 Bahan dan Alat.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	15
3.4.1 Rancangan .....	15
3.4.1.1 Rancangan Fungsional .....	16
3.4.1.2 Rancangan Struktural .....	16
3.4.2 Tahap Pembuatan .....	17
3.4.3 Pembuatan Sistem Kontrol .....	17
3.4.3.1 Rangkaian <i>Supply</i> .....	18
3.4.3.2 Rangkaian <i>Relay</i> .....	18
3.4.4 Tahap Pengujian .....	19
3.4.5 Pengamatan .....	19
3.4.5.1 Kadar air tanah .....	19
3.4.5.2 Efektifitas pemakaian air .....	20
3.4.5.3 Analisis ekonomi.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Letak Geografis Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Sistem Pengontrol .....	23
4.3 Kondisi Suhu Tanah dan Kadar Air Tanah.....	23
4.4 Sistem Pemakaian Air Irigasi Sprinkler dengan menggunakan Rak ..	25
4.5 Analisa Ekonomi Alat .....	26
4.6 Analisa Finansial.....	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	291
5.1 Kesimpulan .....	291
5.2 Saran.....	291
DAFTAR PUSTAKA.....	302
LAMPIRAN.....	34



**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Tekanan Pompa Irigasi Sprinkler Yang Dihasilkan Pompa .....	4
2. Pengaturan Naungan .....	11
3. Sawit Standar Pertumbuhan Bibit Kelapa.....	13
4. Analisa Ekonomi.....	28
5. Analisa Finansial.....	29



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Desain dan Aplikasi <i>Solid Set</i> Sistem Irigasi Sprinkler .....	5
2. Sistem <i>Portable</i> Pipa Lateral.....	6
3. Desain dan Aplikasi <i>Side Roll</i> Sistem.....	6
4. Aplikasi <i>Traveling Big Gun</i> .....	7
5. Desain dan Aplikasi <i>Center Pivot</i> .....	7
6. Desain dan Aplikasi <i>Linear Move</i> .....	8
7. Naungan Pembibitan Awal.....	11
8. Penanaman Kecambah .....	12
9. Penampang Mikrokontroler PIC 16F28 .....	14
10. Rak Persegi .....	17
11. Perakitan Simulasi dalam Proteus.....	18
12. Skema Rangkaian Supply.....	18
13. Rangkaian Relay .....	19
14. Diagram Alir.....	23
15. Lokasi Penelitian Rumah Setengah Bayang.....	24
16. Perbandingan Suhu Tanah dan Suhu Lingkungan Terhadap Waktu .....	25
17. Perbandingan Suhu Tanah dan Kadar Air Tanah .....	26



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Spesifikasi Pompa.....	34
3. Pengamatan Suhu Tanah.....	35
2. Analisa Ekonomi .....	37
3. Analisa Finansial .....	40
4. Rangkaian dan Program .....	42
5. Dokumentasi.....	50



**Aplikasi Mikrokontroler PIC16F628**  
**Untuk Irigasi Sprinkler Pembibitan Awal (*Pre-Nursery*) Kelapa Sawit**  
**Sistem Rak**

ABSTRAK

Penelitian yang berjudul Aplikasi Mikrokontroler PIC16F628 Untuk Irigasi Sprinkler Pembibitan Awal (*Pre-Nursery*) Kelapa Sawit Sistem Rak dilakukan di Rumah Setengah Bayang Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada bulan Februari – Mei 2012. Penelitian ini bertujuan untuk; (i) membuat irigasi sprinkler untuk pembibitan awal (*pre – nursery*) kelapa sawit sistem rak, (ii) membuat mikrokontroler yang dapat mengendalikan pompa irigasi. Pada penelitian ini dilakukan pengujian, pengukuran dan perhitungan. Pengujian dilakukan terhadap rancangan rak dan sistem kontrol. Pengukuran dan perhitungan dilakukan terhadap kebutuhan air dalam pembibitan awal (*pre – nusery*), suhu dan kadar air, analisa ekonomi, dan analisa kelayakan finansial. Berdasarkan hasil penelitian, rancangan rak untuk pembibitan awal dapat mengurangi penggunaan lahan yang luas, selanjutnya irigasi sprinkler dengan sistem pengkabutan dapat mengurangi kerusakan bibit sawit yang dihasilkan. Suhu dan kadar air tanah dalam pembibitan awal berkisar  $23^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$  dan  $29,52\% - 72,123\%$  tergantung pada kondisi cuaca. Berdasarkan analisa ekonomi dan kelayakan finansial, biaya pokok air untuk satu batang bibit sawit adalah Rp 16,28/liter dan kelayakan finansial didapat nilai B/C rasio 1,99.

Kata kunci : Irigasi sprinkler, Mikrokontroler, Pembibitan awal (*pre-nursery*) kelapa sawit.



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Air yang terkandung dalam tanah merupakan komponen tanah yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik sebagai pelarut metabolisme tanaman ataupun pelarut hara dalam tanah yang akan diambil oleh tanaman. Tanaman kelapa sawit cenderung didefinisikan sebagai tanaman boros air, hal ini tidak berlaku pada pembibitan kelapa sawit, karena pada tahap pembibitan air harus diberikan sesuai dengan kebutuhannya. Pembibitan kelapa sawit dilakukan dalam 2 (dua) tahap yaitu pembibitan awal (*pre - nursery*) dan pembibitan utama (*main - nursery*). Pembibitan awal merupakan awal dari aktivitas pembibitan, sehingga perlu perhatian pada tahap ini agar dapat mengurangi jumlah bibit rusak dalam pembibitan serta memaksimalkannya.

Penyiraman bibit sawit merupakan aktivitas pemenuhan kebutuhan air dalam pembibitan, jumlah air yang diberikan tiap tahap pembibitan berbeda. Pemberian air yang berlebih pada tahap pembibitan awal kelapa sawit mengakibatkan perkembangan bibit yang abnormal begitu juga dengan kekurangan air akan mengakibatkan bibit layu dan kekeringan bahkan mati.

Penyiraman dalam pembibitan kebanyakan masih dilakukan secara konvensional yaitu dengan alat penyiram gembor, hal ini dapat merusak perkembangan pertumbuhan bibit akibat dari tekanan air tiap kali melakukan penyiraman yang dapat membongkar bibit dari tanah. Pemilihan sistem dalam penyiraman berpengaruh terhadap perkembangan pertumbuhan bibit, sehingga harus tepat dalam pemilihan sistem (cara) untuk melakukan penyiraman. Irigasi sprinkler merupakan salah satu metoda pemberian air irigasi dengan cara mencurahkan air seperti hujan bahkan kabut sehingga tidak merusak perkembangan bibit sawit.

Irigasi sprinkler merupakan irigasi bertekanan dengan menggunakan pompa irigasi, sehingga setiap kali akan melakukan penyiraman harus menghidupkan pompa terlebih dahulu. Hal ini menyita waktu dalam pembibitan oleh sebab itu dibutuhkan alat pengontrol hidup dan matinya pompa agar dapat mengefisiensikan waktu penyiraman dalam pembibitan.

Untuk mendapatkan jumlah bibit yang banyak harus menggunakan areal pembibitan yang luas, hal ini tidak sejalan dengan alih fungsi lahan yang ada pada



saat ini. Kecendrungan penggunaan lahan untuk sarana pemukiman dan lainnya. Sehingga perlu sistem rak dalam pembibitan awal kelapa sawit dengan penyiraman yang baik agar mendapatkan jumlah hasil bibit sawit yang banyak. Untuk itu, maka dilakukan penelitian yang berjudul “**Aplikasi Mikrokontroler PIC16F628 Untuk Irigasi Sprinkler Pembibitan Awal (*Pre-Nursery*) Kelapa Sawit Sistem Rak**”

### **1.2 Tujuan**

1. Membuat irigasi sprinkler untuk pembibitan awal (*pre – nursery*) kelapa sawit sistem rak
2. Penggunaan mikrokontroler yang dapat mengendalikan pompa untuk penyiraman

### **1.3 Manfaat**

1. Mempermudah dalam penyiraman pembibitan awal (*pre – nursery*) kelapa sawit
2. Efektif dalam jumlah tenaga kerja dan waktu dalam pembibitan awal (*pre – nursery*) kelapa sawit

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Irigasi

Hansen, V.E., O.W., Israelsen dan Stringham (1979) menyatakan bahwa irigasi secara umum didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, mempertahankan suhu tanah, mencuci kadar garam tanah dan mempermudah pengolahan tanah.

Menurut PP No. 20 tahun 2006, irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi, dan sumber daya manusia.

Ditinjau dari proses penyediaan, pemberian, pengelolaan dan pengaturan air, sistem irigasi dapat dikelompokkan menjadi empat sebagai berikut : i) sistem irigasi permukaan (*surface irrigation sistem*), ii) sistem irigasi bawah permukaan (*sub surface irrigation system*), iii) sistem irigasi dengan pemancaran (*sprinkle irrigation system*), iv) sistem irigasi dengan tetesan (*trickle irrigation / drip irrigation system*). Pemilihan jenis sistem irigasi sangat dipengaruhi oleh kondisi hidrologi, klimatologi, topografi, fisik kimiawi lahan, biologis tanaman, sosial ekonomi dan budaya, teknologi (sebagai masukan sistem irigasi) serta keluaran atau hasil yang akan diharapkan (Sudjarwadi, 1990).

### 2.2 Sistem Irigasi Sprinkler

Irigasi sprinkler adalah suatu sistem irigasi yang fleksibel dimana selain dapat digunakan untuk menyiram tanaman juga dapat digunakan dalam pemupukan, pengobatan dan juga untuk menjaga kelembaban tanah serta mengontrol kondisi iklim agar sesuai bagi pertumbuhan tanaman.

Menurut dinas pengelolaan SDA Provinsi Jawa Barat (2010), keuntungan sistem irigasi sprinkler cocok untuk semua jenis tanah apabila *application rate* sesuai dengan kapasitas infiltrasi tanah tersebut. Selain itu; (i) dapat mengontrol pemberian air pada tanaman sehingga dapat mengurangi tingkat pertumbuhan tanaman yang vegetatif dan memperbesar peluang tanaman untuk tumbuh secara generatif dimana akan meningkatkan produktifitas hasil panen, (ii) desain dapat dirancang secara fleksibel sesuai dengan jenis tanaman, tenaga kerja yang tersedia



dan penghematan energi, (iii) dapat dilakukan fertigation atau pemberian nutrisi tanaman melalui sistem irigasi, (iv) dapat digunakan untuk mengontrol iklim bagi pertumbuhan tanaman, (v) dapat menjaga tanah tetap lembut agar cocok bagi pertumbuhan seedling (persemaian), (vi) mempercepat perkecambahan dan penentuan panen.

Kerugian sistem sprinkler adalah, (i) memerlukan biaya investasi yang tinggi, (ii) keseragaman distribusi air dapat terus menurun seiring dengan waktu, (iii) angin sangat berpengaruh atas keseragaman distribusi air, (iv) dapat mengakibatkan kanopi tanaman lembab dan mendatangkan penyakit tanaman.

Tabel 1. Klasifikasi Sistem Irigasi Sprinkler Berdasarkan Tekanan yang Dihasilkan Pompa.

Sistem Irigasi Sprinkler	Tekanan (kPa)
Tekanan sangat rendah	34-105
Tekanan rendah	100-200
Tekanan sedang	210-415
Tekanan tinggi	350-690
Tekanan sangat tinggi	550-830
Sudut rendah di bawah pohon	70-359
Pipa berlubang	30-140

Sumber :schwab et al (1997)

### 2.2.1 Komponen Sistem Irigasi Sprinkler

Sistem sprinkler terdiri dari beberapa komponen utama yang meliputi, (i) pipa induk, pipa induk adalah pipa yang menghubungkan rumah pompa dengan pompa besar kecilnya pipa induk bergantung pada debit air maksimum yang diinginkan, (ii) pipa utama, pipa utama adalah pipa yang berfungsi sebagai pipa penyalur dan menghubungkannya dengan pipa distribusi, (iii) pipa distribusi, pipa distribusi adalah pipa yang langsung mendistribusikan air pada bedengan – bedengan pembibitan pada ujung bagian atas pipa dilengkapi dengan nozel sprinkler yang dapat memancarkan air secara berputar, (iv) pompa air berfungsi untuk menjamin distribusi air yang merata, terutama daya pancar air pada sprinkler kekuatan tekanan air dapat diatur sesuai dengan jarak dan ketinggian bibit (Direktur Jenderal Perkebunan, 2007).

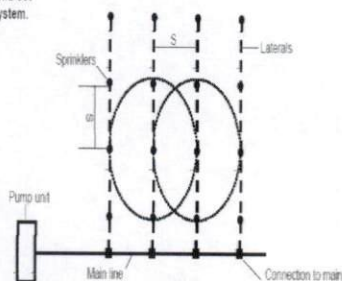
## 2.2.2 Jenis-Jenis Sistem Sprinkler

Sistem sprinkler dapat diklasifikasikan menjadi sistem *permanent* (*fixed / solidset*), *portable* dan semi – *portable* (*hand move* atau *mechanical move*), *traveling irrigator* (*gun* atau *boom*) *center pivot* atau *linear move*.

### 2.2.2.1 Sistem *permanent* (*Fixed / Solid Set*)

*Solid set sistem* adalah sebuah sistem irigasi sprinkler dimana jaringan pipa dan sprinkler ditempatkan secara *permanent* pada lahan. Biasanya jarak pipa sama dengan jarak sprinkler sehingga menimbulkan jarak yang bujur sangkar (*square spacing*). Pipa dapat dikubur di dalam tanah (biasanya PVS atau besi) atau dapat juga berjenis aluminium dan dapat dipindahkan (Dinas Pengelolaan SDA Provinsi Jawa Barat, 2010), aplikasi dan desain dapat dilihat pada Gambar 1.

Figure 1. Solid Set Irrigation System.



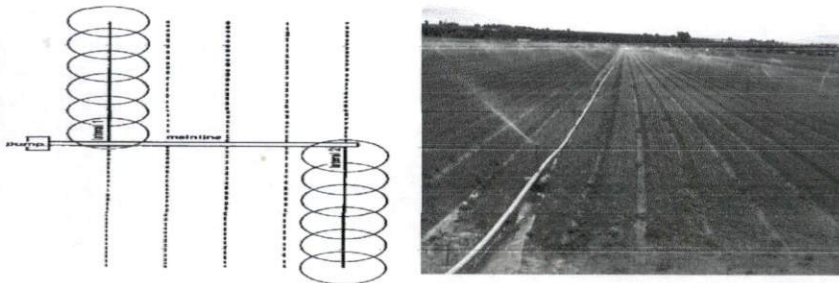
Sumber : [www.pesda.jabarprov.go.id](http://www.pesda.jabarprov.go.id)

Gambar 1. Desain dan Aplikasi *Solid Set* Sistem Irigasi Sprinkler

### 2.2.2.2 *Portable* dan semi *portable* (*hand move* atau *mechanical move*)

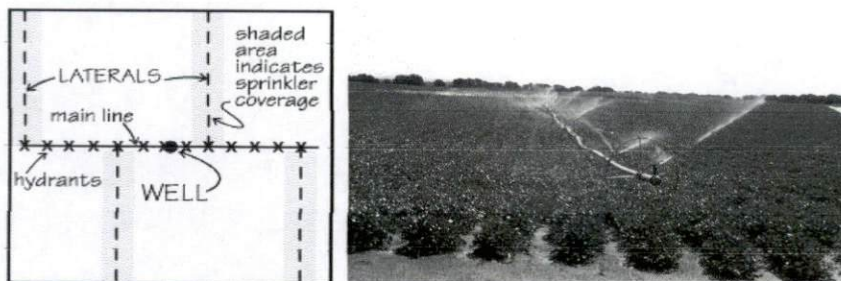
Sistem *portable* adalah tipe yang paling simpel karena dapat digerakkan atau dipindah dengan tangan. Terdiri dari satu pompa, pipa utama dan pipa lateral dilengkapi dengan rotary sprinkler dengan jarak jangkauan diameter 9-24 m setiap bagian. Pipa lateral biasanya berdiameter 50 mm sampai dengan 125 mm, dapat diangkat dan dipindahkan dengan mudah. Cara operasinya pipa lateral dipindah dari satu bagian kebagian lain dengan tenaga manusia dengan melepas sambungan pada pipa utama. Berpindahnya pipa lateral tergantung pada *set time*. Untuk areal yang lebih luas dapat digunakan lebih dari satu pipa lateral, aplikasi dan desain dapat dilihat pada Gambar 2.





Sumber : [www.psdajabarprov.go.id](http://www.psdajabarprov.go.id)  
Gambar 2. Sistem *Portable* Pipa Lateral

Sistem *Side roll* atau biasa disebut juga *Wheel roll* seperti terlihat pada Gambar 3, terdiri dari sebuah lateral, biasanya panjangnya 1,25 mil, pipanya berperan seperti sebuah poros sumbu. Pipa berdiameter antara 4–5 inci, dan roda berdiameter 4–10 kaki. Sistem ini mampu mengairi lahan seluas 60x90 kaki. Setelah selesai mengairi satu set, mesin akan memindahkan roda ke set berikutnya. Sprinkler diletakkan diatas konektor yang memungkinkannya tetap berada diatas ketika roda berputar. Sistem ini tidak direkomendasikan untuk topografi lahan yang mempunyai kemiringan lebih dari 5 % (Dinas Provinsi Jawa Barat, 2010).



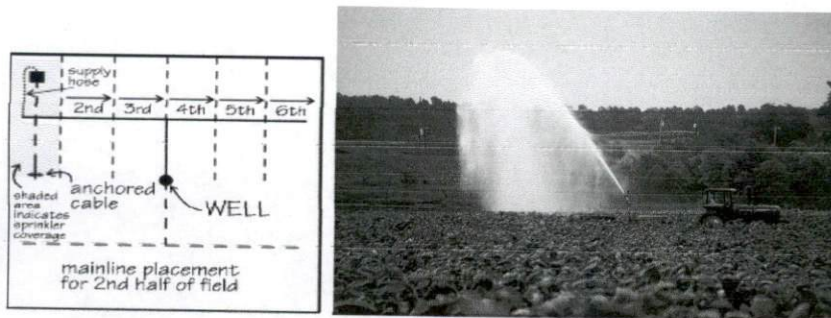
Sumber : [www.psdajabarprov.go.id](http://www.psdajabarprov.go.id)  
Gambar 3. Desain dan Aplikasi *Side Roll* Sistem

### 2.2.2.3 *Traveling Big Gun*

Sistem *traveling big gun* menggunakan sprinkler berkapasitas besar (diameter 3/4 sampai 1,5 inci ) dan bertekanan besar (90-125 PSI) untuk melemparkan air ke tanaman (radius 175- 350 kaki). *Traveling big gun* dapat terdiri dari pipa *hard hose* dan selang fleksibel. Pada sistem selang yang keras, selang polietilen keras di pasang pada rel atau trailer.

Trailer ini berada ditengah ataupun diujung lahan. *Gun* ditempatkan diujung selang kemudian selang ditarik ke ujung lahan. Selang ini kemudian ditarik oleh rel mengitari lahan. Pada *fleksible hose sistem*, *gun* dipasang pada sebuah kereta. Sebuah pipa fleksibel yang tersambung dengan *main line* mengisi

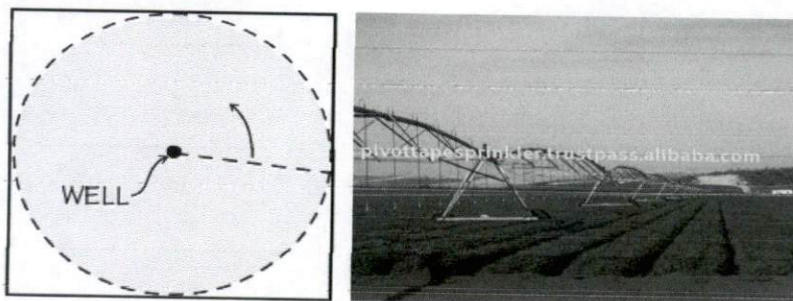
air ke *gun* ( Dinas Pengelolaan SDA Provinsi Jawa Barat, 2010), aplikasi dan desain dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber :[www.psdajabarprov.go.id](http://www.psdajabarprov.go.id)  
Gambar 4. Aplikasi *Traveling Big Gun*

#### 2.2.2.4 *Center Pivot atau Linear Move*

Pada sistem ini mesin yang digunakan terdiri dari pipa lateral dari baja galvanis yang berputar dalam satu sumbu dari luas areal yang diairi. Pipa lateral memberikan air dari ketinggian 3 m diatas tanah dipegang oleh *frame* baja dan kabel-kabel. Jarak antara *frame* rata-rata 30 m, panjang pipa lateral bervariasi 150-600 m. Air disuplai ke pusat pivot melalui pipa utama menyilang lapangan atau dari sumur yang berlokasi dekat pivot, kemudian didistribusikan melalui *swivel joint* ke lateral dan sprinkler, aplikasi dan desain dapat dilihat pada Gambar 5.

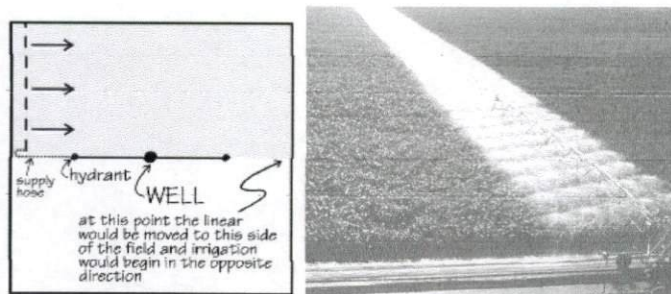


Sumber :[www.psdajabarprov.go.id](http://www.psdajabarprov.go.id)  
Gambar 5 . Desain dan Aplikasi Center Pivot

Ketika mengairi, pipa lateral berputar secara kontinyu. Pembasahan radius lapangan bisa mencapai 100 hektar, tergantung juga panjang pipa lateral yang ada. Satu putaran membutuhkan 1-100 jam tergantung dari letak puncak air yang dipakai. Lambatnya putaran pipa lateral berarti lebih banyak air yang digunakan.



Sistem irigasi *linear move* (sering disebut juga *lateral move*) dibangun dengan cara yang sama seperti *center pivot*. Perbedaannya adalah menara bergerak pada kecepatan dan arah yang sama. Sistem ini dirancang untuk mengairi petak lapangan berbentuk persegi yang bergerak secara kontinu, aplikasi dan desain dapat dilihat pada Gambar 6.



Sumber : [www.psda.jabarpov.go.id](http://www.psda.jabarpov.go.id)

Gambar 6. Desain dan Aplikasi Linear Move

Salah satu cara untuk mengairi areal yang luas umumnya dikonstruksi melalui *center pivot* yang menyokong pipa lateral di atas tanaman melalui tower yang tersedia. Air dapat diberikan melalui *fleksibel hose* atau dari saluran sepanjang tepi atau ditengah-tengah lapangan. Pipa lateral digerakkan dengan motor yang ada pada setiap tower dan dikontrol sama seperti pada *center pivot* (Dinas Pengelolaan SDA Provinsi Jawa Barat, 2010)

## 2.3 Air Tanah

Air tanah merupakan sejumlah air yang terkandung atau ditahan dalam satu unit masa pervolume tanah. Fungsi air tanah bagi tanaman adalah penyusunan tubuh, transportasi, proses metabolisme.

### 2.3.1 Kadar Air Tanah

Kadar air tanah adalah jumlah air yang ditahan persatuan volume atau berat tanah. Cara yang biasa digunakan dalam menyatakan jumlah air yang terdapat dalam tanah adalah dalam persen terhadap tanah kering. Bobot tanah lembab tidak dipakai karena bergejolak dengan kadar airnya.

Kadar air juga dapat dinyatakan dalam persen volume, yaitu persentasi volume air terhadap volume tanah. Cara ini memiliki kelebihan karena dapat memberikan gambaran tentang ketersediaan air bagi tumbuhan pada volume tanah tertentu.

Dalam penetapan kadar air tanah dapat digolongkan kedalam beberapa cara ; (i) gravimetrik, dengan cara menjumlahkan tanah basah dan tanah yang dikeringkan oven pada suhu 100-110 °C untuk waktu tertentu, (ii) tegangan dan hisapan, pengukuran dilakukan dengan tensiometer yang dimungkinkan untuk mengetahui tegangan yang mengikat air, tetapi tidak mengukur jumlah absolut air dalam tanah, (iii) hambatan listrik (blok tahanan), pembuatan blok berbahan  $\text{CaSO}_4$  ditempatkan dalam tanah, kerja blok akan mengabsorpsi air dari tanah, (iv) pembauran neutron (*neutron scattering*), atom hidrogen yang terdapat dalam air tanah secara efektif dapat mengurangi kecepatan neutron dan membaurnya. Karena pembauran dan perubahan arah. Sebagian dari neutron kembali ke asalnya, tetapi telah berubah sebagai neutron yang mempunyai kecepatan diperlambat. Jumlah neutron diperlambat kemudian dihubungkan dengan jumlah atom H (membentuk molekul  $\text{H}_2\text{O}$ ) yang terdapat dalam tanah (Nurhajati Hakim, 1986).

### 2.3.2 Suhu Tanah

Suhu merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu berkorelasi positif dengan radiasi matahari. Suhu tanah maupun udara di sekitar tajuk tanaman. Tinggi rendahnya suhu di sekitar tanaman ditentukan oleh radiasi matahari, kerapatan tanaman, distribusi cahaya dalam tajuk tanaman, kandungan lengas tanah. Jika suhu tanah turun secara drastis, maka kehidupan jasad hidup di dalam tanah turun aktivitasnya sehingga akhirnya proses kehidupan jasad-jasad itu terhenti. Hal yang sama juga terjadi pada tanaman-tanaman yang tumbuh pada tanah itu (Nurhajati Hakim, 1986).

Suhu tanah yang rendah dapat mempengaruhi penyerapan air dari pertumbuhan tumbuhan. Jika suhu tanah rendah, kecil kemungkinan terjadi transpirasi, dan dapat mengakibatkan tumbuhan mengalami dehidrasi atau kekurangan air. Pengaruh dari suhu tanah pada proses penyerapan bisa dilihat dari hasil perubahan viskositas air, kemampuan menyerap dari membran sel, dan aktivitas fisiologi dari sel-sel akar itu sendiri. Dengan kata lain pada keadaan udara yang panas maka evaporasi air dari permukaan tanah akan semakin besar (Tisdale and Nelson, 1966).





Suhu tanah setiap saat dipengaruhi oleh rasio energi yang diserap dan yang dilepaskan. Hubungan perubahan konstan ini digambarkan dalam perhitungan berdasarkan musim, bulanan, dan suhu tanah harian. Temperatur harian atau jam dari atmosfer udara dan tanah pada zona-zona yang menunjukkan penandaan divergensi sesuai kondisi (Brady, 1984).

## 2.4 Pembibitan Kelapa Sawit

Pembibitan adalah proses untuk menumbuhkan dan mengembangkan biji atau benih menjadi bibit yang siap untuk ditanam. Pembibitan sawit dilakukan dalam dua bentuk : (i) *single stage* adalah pembibitan dilakukan hanya sekali dengan langsung menggunakan polibag besar, (ii) *double stage* adalah pembibitan yang dilakukan dua kali, pembibitan awal (*pre – nursery*) dilakukan pada polibag ukuran kecil diameter 8 cm dan pembibitan utama (*main – nursery*) dipindahkan ke polibag ukuran diameter 30 cm (Selardi, 2003).

### 2.4.1 Pembibitan Awal (*Pre – Nursery*)

Pembibitan awal (*pre-nusery*) merupakan tempat kecambah kelapa sawit, ditanam dan dipelihara hingga berumur tiga bulan. Selanjutnya bibit akan dipindahkan ke pembibitan utama (*main-nusery*). Pembibitan awal dilakukan 2 – 3 bulan, sedangkan pembibitan utama (*main-nusery*) selama 10 – 12 bulan. Bibit akan siap ditanam pada umur 12 – 14 bulan (3bulan di *pre-nusery* dan 9 – 11 bulan di *main-nusery*). Beberapa pertimbangan yang harus terintegrasikan dalam rencana pembibitan, diantaranya biaya pembuatan *pre-nusery* dan *main-nusery*, transportasi menuju lokasi, kemudahan komunikasi, dan pembuatan jalan kontrol (Sunarko, 2009)

#### 2.4.1.1 Persiapan dan pengelolaan tanah

Persiapan dilakukan dengan meratakan area pembibitan. Tanah dikikis setebal  $\pm 10$  cm dikumpulkan kebagian tepi areal hasil kikisan dapat digunakan sebagai media tanam (Selardi, 2003).

Jika dibuat bedengan, pembibitan *pre-nusery* dibuat dengan panjang 10 meter dan lebar 1,2 meter. Tinggi bedengan berkisar 0,1 – 0,15 meter dengan jarak antar bedengan 0,8 meter. Satu petak *pre-nusery* biasa di siram dengan 1.000 liter air (Sunarko, 2009).

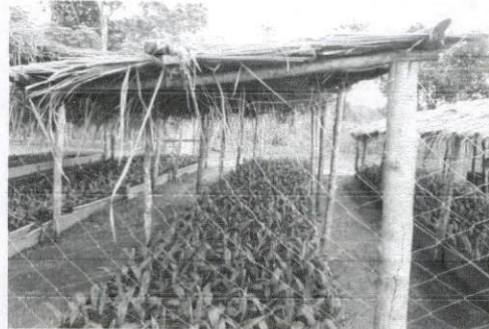
### 2.4.1.2 Naungan

Naungan pembibit awal berfungsi untuk mencegah bibit kelapa sawit terkena sinar matahari secara langsung. Selain itu, naungan juga berfungsi untuk menghindari terbongkarnya tanah polibag akibat terpaan air hujan. Konstruksi naungan dapat dibuat dari bambu maupun kayu bulat dengan atap dari daun kelapa sawit, ilalang dan wereng (Supadyo,dkk, 2005), naungan pembibitan disajikan pada Gambar 8.

Dalam pembuatan naungan perlu diatur intensitas penerimaan cahaya matahari yang masuk, dengan pengaturan sebagai berikut.

Tabel 2. Pengaturan naungan

No.	Umur (bulan)	Naungan
1.	0-1,5	100
2.	1,5 -2,5	50
3.	> 2,5	Naungan dihilangkan secara bertahap



Gambar 7. Naungan Pembibitan Awal

### 2.4.1.3 Penanaman Kecambah

Kecambah kelapa sawit yang telah diterima usahakan segera ditanam pada polibag yang telah disediakan. Keterlambatan penanaman akan mengakibatkan kerusakan atau kelainan pada kecambah tersebut, antara lain : (i) bakal akar dan daun akan menjadi panjang, sehingga mempersulit penanaman , (ii) bakal akar dan daun akan mudah patah, (iii) kecambah akan mengalami kerusakan, karena terserang jamur, (iv) kecambah akan menjadi mati/ kering karena kekurangan air.

Kecambah yang ditanam adalah kecambah yang telah dapat dibedakan antara bakal daun (*plumulla*) dan bakal akar (*radicula*). Bakal daun ditandai dengan bentuknya yang agak menajam dan berwarna kuning muda, sedangkan bakal akar berbentuk agak tumpul dan berwarna lebih kuning dari bakal daun, penanaman kecambah bibit disajikan pada Gambar 8.





Gambar 8. Penanaman Kecambah

Pada waktu penanaman harus diperhatikan posisi dan arah kecambah, plumula menghadap ke atas dan radikula menghadap kebawah. Kecambah yang belum jelas bakal akar dan daunnya dikembalikan kedalam kantong plastik dan disimpan dalam kondisi lembab, selama beberapa hari bisa ditanam kembali (Supadyo, dkk, 2005).

#### 2.4.1.4 Perawatan Pembibitan Awal

Penyiraman bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, penyiraman biasa dilakukan dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari. Setiap bibit memerlukan 0,10 - 0,25 liter air pada setiap kali penyiraman, apabila sprinkler hujan > 8 mm perhari maka tidak perlu dilakukan penyiraman.

Gulma yang tumbuh dikantong polibag perlu disiangi secara manual dengan rotasi 2 minggu sekali. Pelaksanaan penyiangian biasanya diiringi dengan penambahan tanah pada polibag. Penyiangian juga ditujukan untuk mencegah pengerasan permukaan tanah.

Pemupukan dilakukan menggunakan urea atau pupuk majemuk dengan konsentrasi 0,2 % atau 2 gr/L air. Pemupukan dilakukan secara *foliar application* (melalui daun). Setiap liter larutan cukup untuk 100 bibit. Frekuensi pemberian pupuk seminggu sekali. (selardi, 2003).

#### 2.4.1.5 Seleksi bibit

Seleksi bertujuan untuk menghindari terangkutnya bibit abnormal ke tahap pembibitan selanjutnya. Bibit abnormal dapat disebabkan oleh factor genetis, kesalahan kultur teknis atau serangan hama dan penyakit. Seleksi dilaksanakan saat pindah tanam. Tanaman normal pada umur 3 bulan, biasanya telah memiliki 3 – 4 helai daun dan telah sempurna bentuknya. Persentase bibit

yang terseleksi saat *transplanting* ke pembibitan utama mencapai  $\pm 5 - 10$  (Selardi,2003).

Tabel 3. Standar pertumbuhan bibit kelapa sawit

Umur (bulan)	Jumlah Pelepah	Tinggi bibit (cm)	Diameter batang (cm)
3	3,5	20,0	1,3
4	4,5	25,0	1,5
5	5,5	32,0	1,7
6	8,5	35,9	1,8
7	10,5	52,2	2,7
8	11,5	64,3	3,6
9	13,5	88,3	4,5
10	15,5	101,9	5,5
11	16,5	114,1	5,8
12	18,5	126,0	6,0

Sumber : Pusat Penelitian Perkebunan Marihat-Bandar Kuala (1992)

## 2.5 Sistem kontrol

Istilah sistem kontrol (otomatisasi) dalam mendiskripsikan operasi atau kontrol otomatis dari sebuah proses. Otomatisasi meliputi operasi-operasi yang dijalankan dalam urutan yang dipersyaratkan serta pengendalian keluaran pada nilai-nilai yang disyaratkan (W. Bolton, 2006). Sistem kontrol adalah suatu proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variable*, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkaian harga (*range*) tertentu. Komponen – komponen yang terdapat dalam sistem kontrol lebih mudah digambarkan dalam bentuk blok diagram. Blok diagram adalah suatu grafis yang ditunjukkan untuk menggambarkan sebuah sistem pengaturan.

### 2.5.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu sistem minimum dari mikrokomputer, yang terdiri atas sebuah mikroprocessor, memori dan unit keluaran masukan. Dengan menggunakan mikrokontroler didapat suatu keuntungan baik secara material maupun kemudahan dalam pengembangan aplikasinya.

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Suatu mikrokontroler dapat didefinisikan sebagai sistem komputer yang lengkap termasuk sebuah CPU, memori, *osilator clock*, dan I/O dalam satu rangkaian terpadu. Jika sebagian elemen dihilangkan, yaitu I/O dan memori, maka *chip* ini akan disebut sebagai mikroprosesor (Rachmad setiawan, 2006).



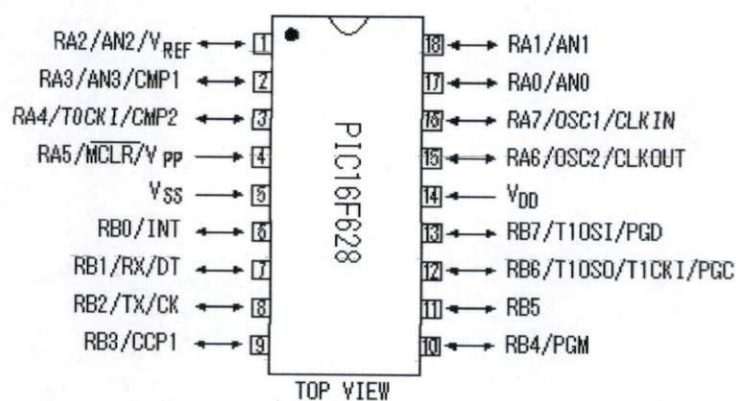


Teknologi mikrokontroler (mikroprosesor) telah mengalami perkembangan pesat. Jenis mikrokontroler yang ada dipasaran saat sekarang ini banyak sekali jenisnya mulai dari keluarga ATMEL dengan jenis MCS-51 dan AVR, serta PIC, masing – masing jenis tersebut mengeluarkan banyak tipe – tipe, sesuai kebutuhan (Afrie Setiawan,2011)

### 2.5.1.1 Mikrokontroler PIC16F628A

PIC merupakan keluarga mikrokontroler tipe RISC buatan Microchip Technology yang bersumber dari PIC 1650 yang dibuat oleh Divisi Mikroelektronika General Instruments. Teknologi Microchip tidak menggunakan PIC sebagai akronim, melainkan nama brandnya, yaitu PIC micro. Hal ini karena PIC merupakan singkatan dari *Peripheral Interface Kontroller* sedangkan *General Instruments* mempunyai akronim PIC1650 sebagai *Programmable Intellegent Computer*. PIC pada awalnya dibuat menggunakan teknologi General Instruments 16 bit CPU, yaitu PIC 1600.

PIC dibuat pertama kali pada tahun 1975 untuk meningkatkan performa sistem pada I/O. Saat ini, PIC telah dilengkapi dengan EPROM dan komunikasi serial, UAT, kernel, kontrol motor, dan lain-lain serta memori program dari 512 word hingga 32 word. Satu *word* dalam hal ini sama dengan satu instruksi bahasa *assembly* yang bervariasi dari 12 hingga 16 Bit, tergantung dari tipe PIC micro tersebut. PIC 16F28 memiliki kaki sebanyak 18 dengan memiliki fungsi kerja masing – masing , penampang mikon dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



Sumber: [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

Gambar 9. Penampang Mikroontroler PIC 16F28

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Tempat dan Waktu**

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Produksi dan Manajemen Mesin Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian dan Rumah Setengah Bayang Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, dilaksanakan bulan Februari 2012 sampai dengan Mei 2012.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji sawit, polibag (20 cm, 10 cm, 0,14 cm), media tanam (sekam : pupuk kandang : *top soil* / tanah lapisan atas, dengan perbandingan 1:1:3), dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pompa air, pipa PVC, sprinkler, besi siku, besi plat lubang / mess, stlaimin hitam dan satu set alat kontrol.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini merupakan membuat rancangan kontrol sebagai pengendali pompa irigasi dalam penyiraman pembibitan sawit awal (*pre-nursery*) dengan sistem rak. Sehingga dapat mengefektifkan penyiraman waktu dan lahan dalam melakukan pembibitan awal (*pre-nursery*) kelapa sawit.

Dengan menggunakan sistem rak dapat mengurangi penggunaan lahan yang luas dalam pembibitan, selanjutnya penyiraman yang dibantu dengan irigasi sprinkler sebagai salah satu cara untuk melakukan penyiraman agar lebih efektif, agar tidak merusak tanah maka tekanan harus kecil sehingga digunakan sistem pengabutan. Kegiatan dalam pembibitan agar tenaga kerja berkurang, dapat dibantu dengan adanya sistem kontrol sebagai sistem kendali kerja pompa dan springkler untuk penyiraman, proteksi, dan pemberian nutrisi tanah (pupuk).

#### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan dalam penelitian ini, meliputi kegiatan perancangan dalam pembentukan pola yang tepat untuk pembibitan awal (*pre-nusery*) kelapa sawit.

##### **3.4.1 Rancangan**

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas, rancangan fungsional dan rancangan struktural.



### 3.4.1.1 Rancangan Fungsional

Rancangan fungsional adalah seluruh fungsi komponen yang ada pada alat diantaranya sebagai berikut :

#### 1. Rak

Rak berfungsi sebagai tempat meletakkan polibag untuk media tanam dan mengefektifkan penggunaan lahan dalam pembibitan.

#### 2. Pompa air

Berfungsi untuk menaikkan air yang diambil dari bak air ataupun langsung dari sumber air yang ada disekitar pembibitan serta untuk memberikan tekanan yang bertujuan untuk pengkabutan pemberian air.

#### 3. Pipa PVC

Sebagai saluran tertutup pembawa air dari sumber ke nozel – nozel sprinkler.

#### 4. Sprinkler

Sebagai pensprinkler memberikan air ke tanaman budidaya.

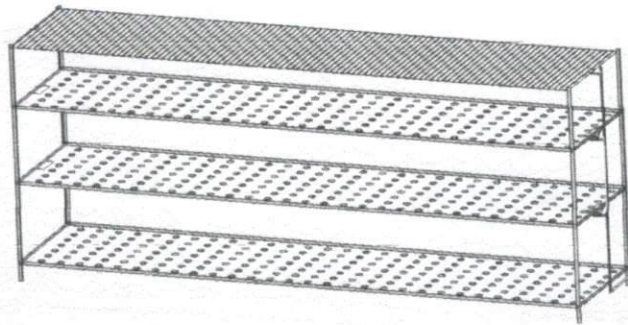
#### 5. Sistem kendali

Mengendalikan kerja pompa air yang berdasarkan keberadaan air pada media tanaman (tanah).

### 3.4.1.2 Rancangan Struktural

Rancangan struktural adalah bentuk fisik dimensi rak yang akan dibuat dalam penelitian. Rancangan struktural didalamnya telah tergabung, jaringan irigasi sprinkler dan rak untuk pembibitan.

Rangka rak dibuat dalam bentuk persegi 3 tingkat dengan ukuran tinggi 130 cm lebar 29 cm panjang 73 cm dan memiliki jarak antar rak 43 cm, saluran pipa berada pada bagian atas setiap rak dan memiliki jarak antar sprinkler 24 cm, sehingga dalam satu rak ada 2 sprinkler. Setiap rak memiliki luasan  $2.117 \text{ cm}^2$  jadi total luasan yang dimiliki rak persegi adalah  $6.351 \text{ cm}^2$ , rancangan rak persegi ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Rak Persegi

### 3.4.2 Tahap Pembuatan

Pada tahap ini, dilakukan langkah – langkah pembuatan komponen alat dan perakitan yang meliputi :

1. Kerangka rak
2. Sistem pemasangan pipa dan sprinkler pada rak
3. Perakitan dan pembuatan mikrokontroler

Untuk pelaksanaan perakitan tersebut maka diperlukan prosedur pembuatan sebagai berikut :

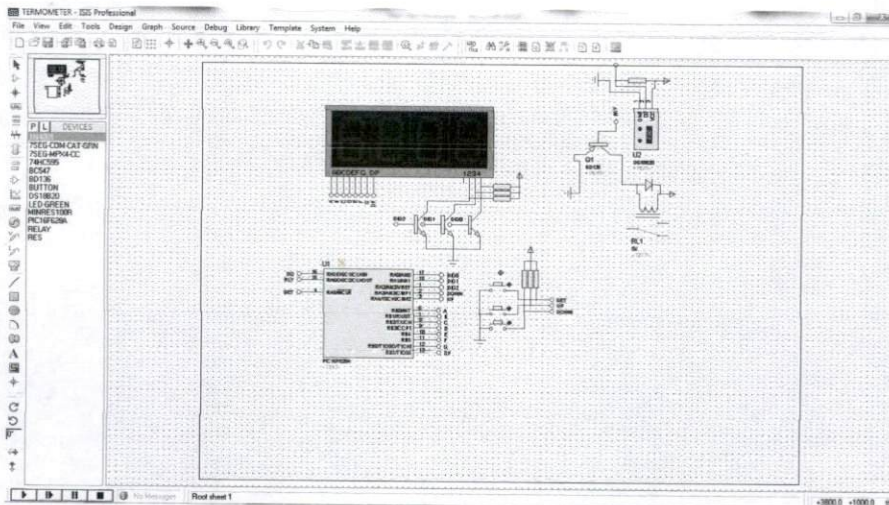
1. Merancang gambaran rak pembibitan
2. Pemilihan bahan yang akan digunakan
3. Mengukur bahan yang akan digunakan kemudian dipotong
4. Melakukan pengelasan dan pengeboran untuk pemasangan kerangka rak
5. Pemasangan pipa dan nozel sprinkler (instalasi irigasi)
6. Merancang mikrokontroler.

### 3.4.3 Pembuatan Sistem Kontrol

Pembuatan sistem kontrol dilakukan dengan dua tahap yakni pertama, membuat simulator dengan bantuan software proteus 7.5 hal ini bertujuan untuk menguji bahasa program yang akan dimasukan kedalam chip apakah bisa berjalan atau tidak. Setelah program berjalan, maka dilakukan perakitan sistem kontrol seperti terlihat pada Gambar 11.

Selanjutnya, sensor yang digunakan adalah sensor suhu yang telah dimodifikasi supaya tidak rusak jika terkena air. Jenis sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20 yang dilapisi dengan silinder almunium berdiameter 5 mm dengan panjang 5 cm. Semua proses pekerjaan diatur pada satu chip mikon, PIC16F628 yang berfungsi sebagai sumber seluruh perintah yang dikerjakan.





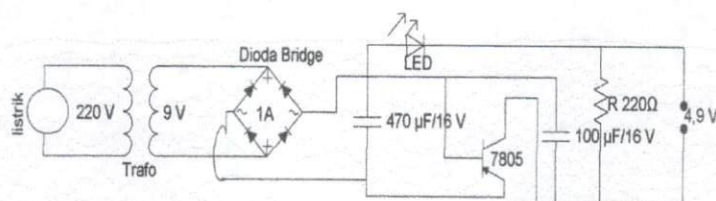
Gambar 11. Perakitan Simulasi dalam Proteus

Proses kerja alat ini sebagai kendali hidup dan matinya pompa irigasi dalam melakukan penyiraman bibit kelapa sawit.

Dalam pembuatan sitem kontrol, rangkaian yang perlu dibuat adalah rangkaian *supply*, *relay*, yang nantinya akan tergabung menjadi satu.

### 3.4.3.1 Rangkaian *Supply*

Pada rangkaian *supply* travo yang digunakan adalah 1 A mengambil sumber arus listrik dengan tegangan 220V, selanjutnya dilakukan penurunan tegangan dan pengubahan tegangan AC ke DC. Arus yang diperlukan untuk kontrol adalah sebesar 5 V, sedangkan untuk *relay* sebesar 9 V, skema rangkaian disajikan pada Gambar 11.

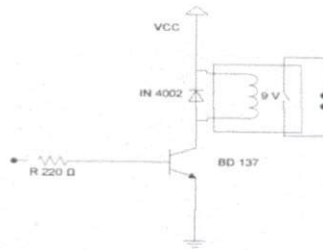


Gambar 12. Skema Rangkaian *Supply*

Komponen – komponen pendukung dalam pembuatan rangkaian *supply* yaitu, dioda *bride*, sebagai pembersih tegangan AC ke DC, kapasitor, transistor dan resistor.

### 3.4.3.2 Rangkaian *Relay*

Rangkaian *relay* adalah sebagai aktuator ke pompa irigasi, *relay* yang digunakan adalah 9 V, dengan Skema rangkaian disajikan pada Gambar 12.



Gambar12.Rangkaian *Relay*

### 3.4.4 Tahap Pengujian

Dalam pengujian untuk keseluruhan alat maka perlu tahap pengujian sebagai berikut :

1. Penyusunan polibag yang telah berisikan tanah pada rak.
2. Menanam kecambah biji sawit.
3. Pemasangan alat pengontrol kedalam polybag.
4. Sensor harus membeaca suhu tanah pembibitan setelah dihubungkan kesumber arus.
5. Dicatat waktu yang dibuthkan untuk dapat menghidupkan dan mematikan pompa.
6. Dilakukan analisa kadar air terhadap suhu tanah.

### 3.4.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah; i) kadar air tanah terhadap perubahan suhu tanah, ii) efisiensi pemakai air dalam pembibitan dengan menggunakan irigasi sprinkler dengan pengabutan, iii) analisa ekonomi terhadap alat yang dibuat.

#### 3.4.5.1 Kadar air tanah

Kadar air tanah adalah jumlah air yang ditahan persatuan volume atau berat tanah. Penghitungan kadar air tanah dapat dilakukan dengan persamaan seperti sebagai berikut :

$$KA_{\text{berat}} (\%) = \frac{BB-BK}{BK} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

atau,

$$KA_{\text{volume}} (\%) = \frac{BB-BK}{V} \dots \dots \dots (2)$$



keterangan,

KA = kadar air tanah (%)

BB = berat basah (g)

BK = berat kering (g)

V = volume (cm<sup>3</sup>)

### 3.4.5.2 Efektifitas pemakaian air

Dengan membandingkan jumlah air terpakai dengan air yang tersedia sehingga mengetahui keadaan pemakaian. Jika nilai perbandingan input dan output sama dengan 1 (satu) maka pemakaian air efektif.

$$Ef = \frac{\text{output}}{\text{input}} \dots\dots\dots(3)$$

keterangan,

Ef = efektifitas

Output = jumlah air terpakai (liter)

Input = jumlah air tersedia (liter)

### 3.4.5.5.2 Analisis ekonomi

Analisis ekonomi dihitung untuk melihat apakah bangun ini layak digunakan untuk pembibitan awal kelapa sawit. Untuk layak dipakai, biaya pokok alat harus lebih kecil dibandingkan dengan harga jual bibit sawit ini nantinya.

$$BT = D + I \dots\dots\dots(4)$$

$$D = \frac{(P+S)}{N}, \text{ dan } \dots\dots\dots(5)$$

$$I = i \times \frac{(P+S)}{2} \dots\dots\dots(6)$$

keterangan,

BT = biaya tetap (Rp/tahun)

D = penyusutan (Rp/tahun)

I = bunga modal (Rp/ tahun)

P = harga beli alat (Rp)

S = barga alat setelah N tahun (Rp) = 10 % x P

N = umur ekonomis alat (tahun)

i = tingkat bunga yang berlaku (%/tahun)

Biaya pemeliharaan dihitung dengan

$$R = 2\% (P - S) / 100 \text{ Jam} \dots\dots\dots(7)$$

keterangan,

R = biaya pemeliharaan dan perbaikan (Rp/jam)

P = nilai alat (Rp)

S = nilai akhir alat (Rp)

Biaya tenaga kerja (operator) dihitung dengan

$$L = \frac{W_{op}}{W_t} \dots \dots \dots (8)$$

keterangan,

L = upah tenaga kerja (Rp/jam)

W<sub>op</sub> = upah tenaga kerja per/hari (Rp/hari)

W<sub>t</sub> = jam kerja per/hari (jam /hari)

Biaya tidak tetap dapat dihitung dengan rumus

$$BTT = L+R \dots \dots \dots (9)$$

keterangan,

BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)

L = biaya tenaga kerja (Rp/jam)

R = biaya pemeliharaan dan perbaikan (Rp/jam)

Jadi biaya pokok pembuatan kerangka dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Bp = \frac{\frac{Bt}{X} + BTT}{k} \dots \dots \dots (10)$$

keterangan,

Bp = biaya pokok (Rp/kg)

Bt = biaya tetap (Rp/tahun)

X = jumlah jam kerja (jam/tahun)

BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)

K = kapasitas alat (kg/jam)

Dalam menentukan kelayakan produksi juga harus mengetahui nilai NPV, jika nilai NPV > 0, atau nilai B/C Rasio > 1 dapat dinyatakan layak

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1-i)^{-t}} \dots \dots \dots (11)$$

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1-i)^{-t}}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1-i)^{-t}}} \dots \dots \dots (12)$$

keterangan,

NPV = net present value (Rp)

i = tingkat suku bunga (%)

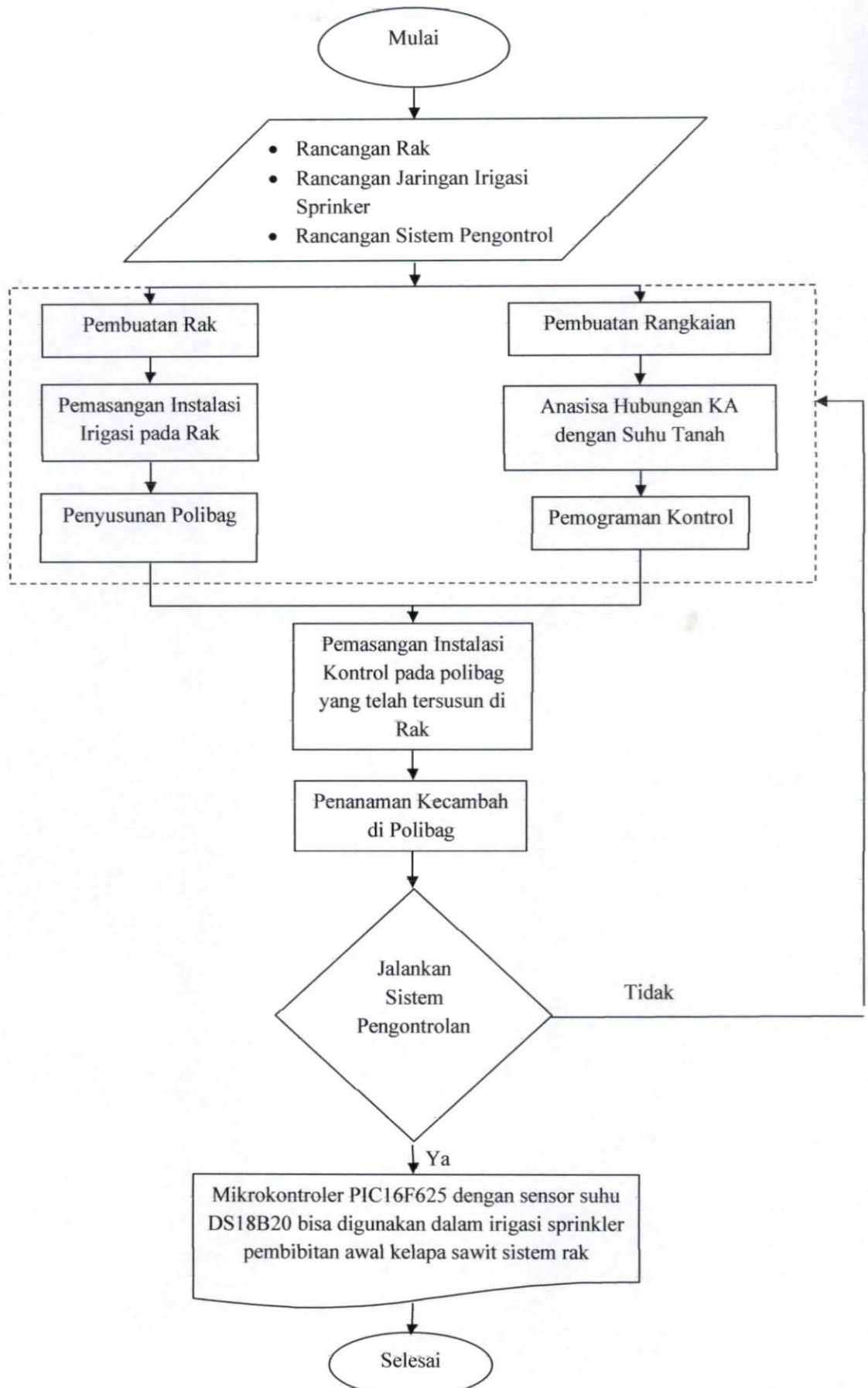
B<sub>t</sub> = aliran kas masuk tahun ke-t (Rp)

C<sub>t</sub> = aliran kas keluar tahun ke-t (Rp)

t = tahun ke-t

n = umur ekonomi alat (tahun)





Gambar 14. Diagram Alir

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

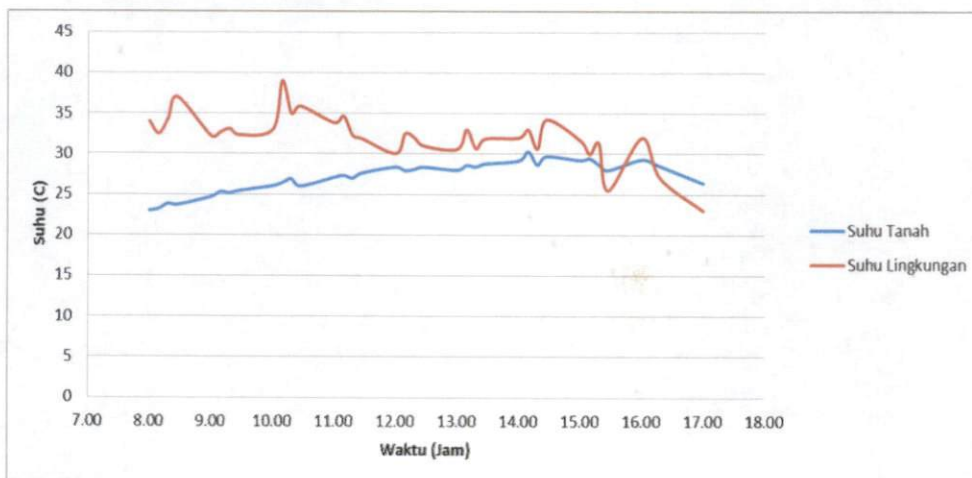
### 4.1 Sistem Pengontrol

Dengan adanya bantuan mikrokontroler, kegiatan penyiraman dan pemberian nutrisi pada bibit sawit pada saat *pre-nusery* akan menjadi lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan tenaga operator (orang). Sistem otomatisasi dapat mengurangi pemakaian waktu penyiraman dalam pembibitan sehingga tidak merugikan bagi pemilik pembibitan.

Proses kerja alat ini dimulai dengan pendeteksian kondisi suhu tanah yang dapat memberikan perintah kepada pompa irigasi untuk melakukan penyiraman, setelah suhu tanah turun di bawah  $29^{\circ}\text{C}$  maka pompa akan mati kembali. Jadi, pada alat pendeteksi suhu tanah telah di set pada suhu  $29^{\circ}\text{C}$  sebagai suhu tertinggi tanah, jika telah mencapai  $29^{\circ}\text{C}$  maka pompa hidup dalam rentang waktu 1 sampai 3 menit maka secara berangsur-angsur suhu tanah akan turun sampai  $28,9^{\circ}\text{C}$  maka pompa akan mati, karena alat memiliki kelipatan  $0,1^{\circ}\text{C}$  pada set suhunya. Selanjutnya untuk jenis tanaman lain alat ini bisa di set sesuai dengan kebutuhan atau suhu tanah yang diinginkan.

### 4.2 Kondisi Suhu Tanah dan Kadar Air Tanah

Hasil pengukuran suhu tanah dan suhu lingkungan terlihat pada Gambar 16, yang memperlihatkan kenaikan suhu tanah dan suhu lingkungan terhadap waktu, suhu tanah mengalami kenaikan secara merata sedangkan suhu lingkungan berfluktuatif, hal dipengaruhi oleh kondisi dari rumah setengah bayang yang memiliki suhu yang tidak terkendali.



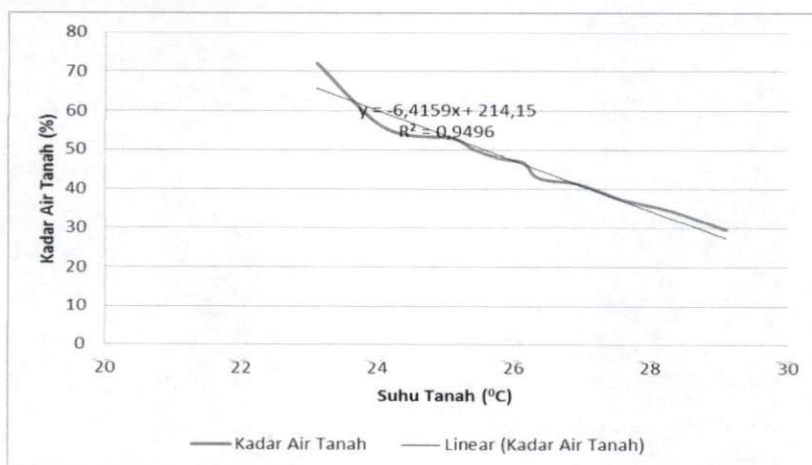
Gambar 16. Perbandingan Suhu Tanah dan Suhu Lingkungan terhadap Waktu



Suhu tanah pembibitan sawit dimulai dari suhu 21,1 °C sampai dengan 32,2 °C, hal ini sesuai dengan pendapat Nurhayati Hakim,dkk (1986) tanaman giat pada suhu tanah 23 °C sampai 30 °C, karena secara tidak langsung jika suhu tanah secara drastis turun maka dapat mempengaruhi penurunan terhadap aktivitas jasad renik yang ada dalam tanah, begitu juga halnya pada tanaman.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kondisi suhu tanah adalah ;(i) jumlah air yang terkandung dalam tanah (ii) intensitas cahaya matahari dan faktor perubahan iklim. Suhu tanah sangat dipengaruhi oleh interaksi sejumlah faktor dengan sumber panas, yaitu sinar matahari dan langit, serta konduksi interior tanah. Faktor eksternal yang menyebabkan perubahan suhu tanah diantaranya adalah radiasi solar (jumlah panas yang mencapai permukaan bumi), radiasi dari langit, kondensasi, evaporasi, sprinkler hujan, Insulasi (tanaman penutup tanah, mulsa, awan). Suhu tanah mengalami perubahan bukan hanya di akibatkan oleh sejumlah air yang terkandung dalam tanah tersebut faktor intensitas cahaya ini sangat mempengaruhi. Perubahan temperatur tanah tergantung pada banyaknya panas yang diterima dari matahari. Hal ini dipengaruhi oleh cuaca, bentuk daerah dan keadaan tanah.

Hasil pengujian kadar air tanah terhadap suhu tanah terlihat pada Gambar17, kadar air yang dihasilkan dalam persen yaitu hasil uji labor dan menggunakan persamaan perbandingan berat basah dan berat kering tanah sampel. Hasil kadar air suhu terendah adalah 72 % dan suhu tertinggi 29.5 % hal ini berarti suhu tanah dan kadar air berbanding terbalik.



Gambar 17. Perbandingan Suhu Tanah dan Kadar Air Tanah

. Hubungan yang diperlihatkan pada Gambar 17 merupakan kondisi kadar air tanah dan suhu dalam tanah yang ada pada pembibitan kelapa sawit. Hasil linieritas yang didapat mendefinisikan kadar air yang didapat nilai  $R^2$  adalah 0.9496 yang artinya pengaruh suhu tanah terhadap kadar air sebesar 94,96 %. Hal ini akibat banyaknya faktor yang mempengaruhi korelasi kadar air dan suhu tanah tersebut.

Kadar air tanah adalah sejumlah air yang terkandung pada tanah, suhu dapat mempengaruhinya lewat kelembaban tanah yang sangat tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi. Suhu tanah selalu mengalami perubahan seiring dengan penerimaan panas dari matahari hal ini membuat air yang terkandung dalam tanah juga mengalami evaporasi sehingga antara suhu tanah dan kadar air berbanding terbalik jika suhu tanah tinggi kadar air akan rendah dan jika suhu rendah kadar air akan tinggi karena evaporasi masih rendah.

#### **4.4 Sistem Pemakaian Air Irigasi Sprinkler dengan menggunakan Rak**

Jumlah air yang di pakai setiap kali penyiraman adalah 10 – 30 liter dengan tekanan 1 kgf/cm<sup>2</sup> dikeluarkan oleh nozel dengan jumlah enam buah yang terpasang pada rak dengan rata – rata pernozel adalah 1,67 – 5 liter. Peletakan nozel dari permukaan polibag adalah 25 cm dengan diameter sebaran noze 36 cm melakukan penyiraman terhadap 12 polibag.

Dengan penggunaan sprinkler tekanan air yang tinggi akan menimbulkan percikan (*splace*) yang dapat membongkar biji sawit dari tanah, sehingga mengakibatkan tanaman rebah bahkan bisa mati. Selanjutnya dirancang nozel dengan sistem pengabutan agar, tidak membuat bibit rusak.

Lama pemakaian air disesuaikan dengan lamanya penurunan suhu tanah sesuai dengan set kontrolnya, untuk menurunkan suhu 0.2 °C dibutuhkan waktu 5-7 menit. Kebutuhan penyiraman dalam pembibitan awal kelapa sawit dari penelitian didapatkan cukup sekai penyiraman saja, karena suhu tanah mengalami pemanasan yang drastis hanya sekali yaitu 29 °C, dengan rentang jam mulai 14.30 sampai dengan 16.00 tergantung cuaca.

Kondisi pemberian pengontrolan suhu pada pembibitan telah mengatasi kasus pemakaian air irigasi pembibitan yang selalu mengalami pemborosan atau berlebih, karena adanya pengontrolan pompa dalam sehari hanya mampu hidup sekali dan dalam penyiraman paling lama melakukan penyiraman yakni



5 – 7 menit, sedangkan pembibitan konvensional yang ditemui dilapangan penyiraman dilakukan sampai 15 menit yang membuat tanah menjadi sangat basah, hal ini dapat merusak kesehatan bibit sawit.

Penggunaan rak dapat mengoptimalkan hasil dengan luasan yang relative kecil, dibandingkan hanya dengan satu hamparan, perbandingan hasil bibit antara satu hamparan dan rak adalah satu berbanding dengan banyaknya jumlah rak. Dalam penelitian ini perbandingan hasil bibit adalah 1 : 3. Penyiraman sistem pengkabutan tidak menimbulkan percikan dan tekanan berlebih pada tanaman, sehingga hasil bibit jauh lebih baik dibandingkan dengan sistem konvensional.

#### 4.5 Analisa Ekonomi Alat

Analisa ekonomi yang dilakukan terhadap alat terdiri atas 3 bagian, yakni pompa air, rak sprinkler, dan sistem kontrol, selanjutnya dilakukan analisa biaya yang ada setiap masing – masingnya. Selanjutnya hasil perhitungan tersebut dijumlahkan untuk mengetahui biaya total, untuk perhitungan dan analisa ekonomi terdapat pada table 5 berikut.

Tabel 4. Analisa Ekonomi

No	Komponen Biaya	Alat	Jumlah
<b>1</b>	<b>Biaya Tetap (a+c)</b>		<b>Rp 2.821.620,-/tahun</b>
a	Penyusutan	Pompa	Rp 81.000,-/tahun
		Rak Sprinkler	Rp 1.893.600,-/tahun
		Sistem Kontrol	Rp 90.000,-/tahun
b	Jam kerja pompa		10 menit
<b>2</b>	<b>Jam kerja (b/60*360)</b>		60 jam/tahun
c	Bunga Modal	Pompa	Rp 29.700,-/tahun
		Rak Sprinkler	Rp 694.320,-/tahun
		Sistem Kontrol	Rp 33.000,-/tahun
d	Kapasitas max		60 L/menit
<b>3</b>	<b>Kapasitas Pompa (d*60)</b>		3.600 L/jam
<b>4</b>	<b>Biaya Tidak Tetap (d+e+f)</b>		<b>Rp 11.608,6149/jam</b>
d	Perawatan	Pompa	Rp 81,-/jam
		Rak Sprinkler	Rp 1.893,6-/jam
		Sistem Kontrol	Rp 90,-/jam
e	Biaya Oprator	Pompa	Rp 9.375,-/jam
f	Biaya Listrik	Pompa	Rp 169,014876-/jam
<b>5</b>	<b>Biaya Pokok Alat (((1/2)+4)/3)</b>		<b>Rp 16,28-/liter/polibag</b>

Biaya tetap adalah biaya yang bersifat konstan dan tidak terpengaruhi oleh aktivitas pengoprasian alat dalam kurun waktu tertentu. Biaya tetap dalam setiap tahunnya selalu sama, penghitungan biaya tetap dengan menjumlahkan penyusutan terhadap alat dan bunga modal yang berlaku. Dari hasil analisa ke-3 subjek tersebut didapat biaya tetap sebesar Rp 2.821.620,-/tahun

Biaya tidak tetap adalah biaya yang bersifat ber – ubah selama aktivitas pengoprasian sesuai dengan produksi yang dikeluarkan. Semakin banyak produksi maka akan meningkatkan besarnya biaya tidak tetap. Biaya tidak tetap dalam pengoprasian alat adalah Rp 11.608,6149-/jam. Pada biaya tidak tetap rak sprinkler dan kontrol hanya memiliki biaya pemeliharaan. Biaya oprator adalah perbandingan upah dan jam keja, dalam hal ini oprator adalah sebagai pengendali. Sedangkan untuk biaya pokok pengoprasian alat secara keseluruhan adalah Rp 16,28-/liter.

Jadi, dengan biaya pokok alat Rp 16,28-/liter artinya nilai air untuk setiap satu batang bibit sawit dalam pembibitan awal kelapa sawit ini adalah Rp 16,28-/liter/batang.

#### 4.6 Analisa Finansial

Suatu proyek atau kegiatan produksi dinyatakan layak apabila nilai NPV lebih besar dari nol ( $NPV > 0$ ) atau nilai B/C rasio lebih besar dari satu ( $B/C > 1$ ). Analisa finansial yang dilakukan terhadap alat dalam penelitian mendapatkan nilai NPV sebesar Rp 4.178.273,015 dan nilai B/C rasio adalah 1,99, artinya kondisi pembuatan alat ini secara finansial dikatakan layak, karena telah memenuhi syarat.

Tabel 5. Analisa Finansial

No	Komponen Biaya	Alat	Jumlah
1	2		3
1	<b>Biaya Tetap</b>	<b>(a+b)</b>	<b>Rp 2.821.620,/tahun</b>
a	Penyusutan	Pompa	Rp 81.000,-/tahun
		Rak Sprinkler	Rp 1.893.600,-/tahun
		Sistem Kontrol	Rp 90.000,-/tahun
b	Bunga Modal	Pompa	Rp 29.700,-/tahun
		Rak Sprinkler	Rp 694.320,-/tahun
		Sistem Kontrol	Rp 33.000,-/tahun
c	Jam kerja pompa		10 menit



2	Jam kerja	$(c/60*360)$	60 jam/tahun
3	Biaya Tidak Tetap	$((c+d+e)*2)$	Rp 696.516,9/tahun
c	Perawatan	Pompa	Rp 81,-/jam
		Rak Sprinkler	Rp 1893,6-/jam
		Sistem Kontrol	Rp 90,-/jam
d	Biaya Oprator	Pompa	Rp 9.375,-/jam
e	Biaya Listrik	Pompa	Rp 169,01-/jam
4	Biaya Produksi	$(f+g+h)$	Rp 11.632.000,-/tahun
f	Media	Polibag	Rp 500.000,-
		Tanah	Rp 400.000,-
g	Pupuk		Rp 1.000.000,-
h	Pembelian Bibit		Rp 1.680.000,-
1	2		3
5	Total	$(1+3+4)$	Rp 15.150.136,89/tahun
6	Total Cost/3 bulan	$(5/4)$	Rp 3.787.534,22-
7	Jumlah sawit dihasilkan/3bulan		756 batang
8	Harga Modal/Batang Sawit	$(6/7)$	Rp 5.009,9/batang
9	Penjualan		Rp 10.000,-/batang
10	Modal	$(7*8)$	Rp 3.787.534,223-
11	Pendapatan	$(7*9)$	Rp 7.560.000,-
10	Keuntungan	$(11-10)$	Rp 3.772.465,8-/sekali pembibitan
11	NPV	$(11-6)/(1+0,12)$	Rp 4.178.273,015-
12	B/C Rasio	$(11/6)$	1,99

Analisa finansial dilakukan terhadap satu rak untuk pembibitan, jika rak lebih dari satu maka tinggal mengalikan jumlahnya. Untuk satu rak pembibitan *pre-nusery* kelapa sawit modal awalnya adalah sebesar Rp 15.150.136,89-. Jika bibit sawit dijual dengan harga Rp 10.000/batang,- maka didapat keuntungan Rp 3.772.465,78- setiap kali pembibitan. Hal ini disebabkan modal perbatang kelapa sawit seharga Rp 5.009,9659. Dalam setahun pembibitan *pre-nusery* dapat dilakukan 4 kali sehingga dapat dihitung biaya produksi setiap melakukan satu kali pembibitan adalah sebesar Rp 3.787.534,22. Jumlah bibit yang dihasilkan untuk satu rak adalah 756 batang.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan mikrokontroler PIC16F625 untuk irigasi sprinkler pembibitan awal (*pre-nusery*) kelapa sawit sitem rak dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Pengendalian pompa irigasi dapat dilakukan oleh mikrokontroler dengan perintah hidup suhu  $29^{\circ}\text{C}$  dan mati pada suhu  $28.5^{\circ}\text{C}$  dengan lama waktu 5 – 7 menit. Suhu tinggi pembibitan awal (*pre-nursery*) *kelapa sawit* untuk lokasi Limaumanis Unand adalah  $29^{\circ}\text{C}$ .

Dari hasil kesimpulan maka sistem irigasi seprinker dengan penggunaan rak dan sistem kontrol dalam pembibitan awal kelapa sawit dapat menghasilkan keuntungan.

### 5.2 Saran

Dari penelitian yang telah lakukan, penulis menyarankan :

1. Untuk mengetahui nilai efisiensi pemakaian air hendaknya menggunakan kelembaban tanah.
2. Untuk selanjutnya dilakukan pembacaan sensor ke kontrol hendaknya dengan menggunakan sistem sinyal tanpa kabel (*nir kabel*) untuk lebih mudah lagi dalam penggunaan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adlin, U. 1992. *Vademekum Kelapa* : Pusat Penelitian Perkebunan Marihat. Bandar Kuala.
- Brady, N.C., 1984. *The Nature and Properties of Soils*. Mac Millan Publishing. New York.
- Budihartono, Widodo. 2005. *Perencanaan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Media Komputindo. Jakarta.
- Bulton, W. 2006. *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*. Erlangga. Jakarta
- Departemen Pertanian. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa Sawit*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Dinas pengelolaan SDA Provinsi Jawa Barat. 2010. *Metode Perencanaan Sistem Irigasi Sprinkler*. Balai data dan Informasi SDA.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2007. *Perkebunan Kelapa Sawit*. Jakarta.
- Hakim, Nurhajati, M. Yusuf Nyapa, Lubis, Sutopo, Rusdi, M. Amin Diha, Go Ban Hong, H.H Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hansen, V.E, O.W, Israelsen Stringham. 1979. *Dasar-dasar & Praktek Irigasi*. Terjemahan Endang P.T Erlangga. Jakarta.
- [http://id.wikipedia.org/wiki/ATMega8535#cite\\_note-0](http://id.wikipedia.org/wiki/ATMega8535#cite_note-0)
- Israelsen, Orson W. 1962. *Irigasion Principle and Practices*. United States of Aericia.
- Mangoekoekarjo, Supadyo dan Haryono. 2005. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. UGM. Yogyakarta.
- Santosa. 2010. *Evaluasi Finansial Untuk Manager*. IPB. Bogor.
- Sarief, Saifuddin. 1985. *Konservasi Tanah dan air* . Pustaka Buana. Bandung.
- Setiawan, Afrie. 2011. *20 Aplikasi Mikrokontroler ATMega8535 dan ATMega 16*. CV. Andi Offset. Yokyakarta.
- Setiawan, Rachmad. 2006. *Mikrokontroler MCS-51*. Graha Ilmu. Surabaya
- Sunarko. 2009. *Budi Daya dan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit dengan Sistem Kemitraan*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Sastrosayono, Selardi. 2003. *Budi Daya Kelapa Sawit*. Agromedia Pustaka.  
Jakarta.

Tisdale, S.L., and Nelson, W.L., 1966. *Soil Fertility and Fertilizers*. MacMillan  
Publishing. New York.



# LAMPIRAN

**Lampiran 1**

Jensi pompa yang digunakan adalah pompa DUP SHIMIZU dengan

Spesifikasi pompa berikut :

Model	: PS – 226 BIT
Power Source	: 220 V, 50 Hz, 1Φ
Output	: 200 W
Capacity Max.	: 60 l/min
Submit lift Max.	: 9 m
Total Head Max.	: 40 m
Rpm	: 285





## Lampiran 2. Data Pengamatan Suhu Tanah dan Kadar Air Tanah

### 1. Suhu Lingkungan dan Suhu Tanah Terhadap Waktu

Waktu	Suhu Tanah	Suhu Lingkungan
8	23.00	34.00
8.15	23.20	32.50
8.3	23.83	34.33
8.45	23.70	37.00
9	24.68	32.20
9.15	25.30	32.67
9.3	25.15	33.08
9.45	25.42	32.33
10	26.03	33.00
10.15	26.40	39.00
10.3	26.90	35.00
10.45	26.00	35.88
11	27.10	33.83
11.15	27.33	34.67
11.3	27.00	32.25
11.45	27.63	31.88
12	28.37	30.06
12.15	27.93	32.50
12.3	28.10	32.00
12.45	28.37	31.00
13	28.00	30.60
13.15	28.60	33.00
13.3	28.40	30.67
13.45	28.78	31.88
14	29.16	32.00
14.15	30.30	33.00
14.3	28.67	30.67
14.45	29.70	34.25
15	29.22	31.67
15.15	29.45	30.00
15.3	28.70	31.33
15.45	28.00	25.50
16	29.30	32.00
16.3	28.50	27.00
17	26.40	23.00

## 2. Analisa Kadar Air Tanah

Sampel	Suhu Tanah	Suhu Lingkungan	Tempat	T+T	TK	BB2	BK	KA
1	25.8	28	5.004	7.936	6.674	2.932	1.670	47.77
2	26.8	28	5.408	12.370	9.462	6.962	4.054	41.76
3	26.1	28.5	4.370	6.909	5.589	2.538	1.218	46.99
4	26.26	30	4.297	10.335	7.575	6.038	3.278	45.70
5	27	34	5.030	8.311	6.966	3.281	1.936	40.98
6	27.6	35	4.442	7.062	6.087	2.620	1.645	37.20
7	28.3	30	5.408	7.359	6.687	1.951	1.279	34.46
8	29.1	25	4.297	8.098	7.488	3.801	3.190	16.06
9	29.1	25	4.023	6.840	6.538	2.816	2.514	10.70
1a	23.1	33	5.008	9.581	5.623	4.572	0.614	86.55
1b			4.300	5.061	4.631	0.760	0.330	69.91
1c			4.450	5.325	4.855	0.875	0.405	59.90
2a	24.1	30	4.316	5.178	4.727	0.862	0.411	57.27
2b			4.030	7.401	5.591	3.371	1.560	54.76
2c			4.351	7.605	5.826	3.253	1.474	54.68
3a	25.1	40	4.263	5.894	5.057	1.631	0.793	54.38
3b			5.370	8.998	7.154	3.627	1.783	51.30
3c			4.311	8.339	6.210	4.028	1.899	52.84
4a	26.5	34	4.992	9.286	7.490	4.293	2.498	41.80
4b			4.380	8.462	6.727	4.082	2.347	42.49
4c			4.465	9.447	7.334	4.982	2.868	42.41
5a	27.6	35	4.380	9.164	7.367	4.783	2.987	37.55
5b			4.036	8.348	6.786	4.311	2.750	36.21
5c			4.337	9.655	7.634	5.317	3.297	37.99
6a	29.1	32	4.337	6.939	6.123	2.602	1.786	31.35
6b			4.266	7.643	6.794	3.376	2.528	25.12
6c			4.309	7.621	6.558	3.312	2.248	32.10
1a	25.4	29	4.993	5.902	5.460	0.908	0.466	51.24
1b			5.030	8.075	6.570	3.045	1.540	49.41
1c			5.381	9.318	7.364	3.936	1.983	49.62
2a	26.3	32	4.309	8.089	6.443	3.780	2.134	43.55
2b			4.297	6.928	5.771	2.630	1.473	43.97
2c			5.015	10.622	8.238	5.606	3.222	42.52
3a	27.3	28	4.036	8.839	6.946	4.802	2.909	39.41
3b			5.015	8.483	7.141	3.468	2.125	38.70
3c			4.465	6.429	5.658	1.963	1.192	39.26



### Lampiran 3. Analisa Ekonomi

#### 1. Penyusutan

##### a. Pompa

$$\begin{aligned}
 D &= (P - S) / N \\
 &= (\text{Rp } 450.000 - \text{Rp } 45.000) / 5 \text{ Tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp } 405.000}{5 \text{ Tahun}} \\
 &= \text{Rp } 81.000/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

##### b. Rak Sprinkler

$$\begin{aligned}
 D &= (P - S) / N \\
 &= (\text{Rp } 10.520.000 - \text{Rp } 1.052.000) / 5 \text{ Tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp } 9.468.000}{5 \text{ Tahun}} \\
 &= \text{Rp } 1.893.600/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

##### c. Sistem Kontrol

$$\begin{aligned}
 D &= (P - S) / N \\
 &= (\text{Rp } 500.000 - \text{Rp } 50.000) / 5 \text{ Tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp } 450.000}{5 \text{ Tahun}} \\
 &= \text{Rp } 90.000/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

#### 2. Bunga Modal

##### a. Pompa

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{i \times (P + S)}{2} \\
 &= \frac{12 \% \times (\text{Rp } 450.000 + \text{Rp } 45.000)}{2} \\
 &= \text{Rp } 29.700/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

##### b. Rak Sprinkler

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{i \times (P + S)}{2} \\
 &= \frac{12 \% \times (\text{Rp } 10.520.000 + \text{Rp } 1.052.000)}{2} \\
 &= \text{Rp } 694.320/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

##### c. Sistem Kontrol

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{i \times (P + S)}{2} \\
 &= \frac{12 \% \times (\text{Rp } 500.000 + \text{Rp } 50.000)}{2} \\
 &= \text{Rp } 33.000/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

**d. Biaya tetap**

$$\begin{aligned}
 BT &= (Da + Db + Dc) + (Ia + Ib + Ic) \\
 &= \left( Rp \frac{81.000}{\text{tahun}} + Rp \frac{1.893.600}{\text{tahun}} + Rp \frac{90.000}{\text{tahun}} \right) + \left( Rp \frac{29700}{\text{tahun}} + Rp \frac{694.320}{\text{tahun}} + Rp \frac{33000}{\text{tahun}} \right) \\
 &= Rp \frac{2.064.600}{\text{tahun}} + Rp \frac{757020}{\text{tahun}} \\
 &= Rp 2.821.620/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

**e. Biaya Operator**

$$\begin{aligned}
 l. &= \frac{Wop}{Wt} \\
 &= \frac{Rp 75.000/\text{hari}}{8 \text{ jam}/\text{hari}} \\
 &= Rp 9.375/\text{jam}
 \end{aligned}$$

**f. Biaya Listrik**

$$\begin{aligned}
 Bl &= \text{Daya terpakai (kW)} \times \text{Harga listrik} \left( \frac{Rp}{\text{kW} \cdot \text{jam}} \right) \\
 &= 0,2 \text{ kW} \times Rp 845/\text{kW} \cdot \text{jam} \\
 &= Rp 169/\text{jam}
 \end{aligned}$$

**g. Biaya Perbaikan dan Pemeliharaan pompa irigasi**

$$\begin{aligned}
 PPp &= 2 \% \frac{(P - S)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= 2 \% \frac{(Rp 450.000 - Rp 45.000)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= 2 \% \frac{(Rp 405.000)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= Rp 81/\text{jam} \\
 PPr &= 2 \% \frac{(P - S)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= 2 \% \frac{(Rp 10.520.000 - Rp 1.052.000)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= 2 \% \frac{(Rp 9.468.000)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= Rp 1893,6/\text{jam} \\
 PPk &= 2 \% \frac{(P - S)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= 2 \% \frac{(Rp 500.000 - Rp 50.000)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= 2 \% \frac{(Rp 450.000)}{100 \text{ Jam}} \\
 &= Rp 90/\text{jam}
 \end{aligned}$$



**h. Biaya Tidak Tetap**

$$\begin{aligned}
 BTT &= L + Bl + PPp + PPr + PPk \\
 &= Rp \frac{9.375}{jam} + Rp \frac{169}{jam} + Rp \frac{81}{jam} + Rp \frac{1893,6}{jam} + Rp \frac{90}{jam} \\
 &= Rp 11.608,6148/jam
 \end{aligned}$$

**i. Biaya Pokok Pengoperasian Pompa**

$$\begin{aligned}
 BP &= \frac{\frac{BT}{x} - BTT}{KP} \\
 &= \frac{\frac{Rp 2.821.620/tahun}{60 jam/tahun} + Rp 11.608,6148/jam}{3600 Liter/jam} \\
 &= Rp 16,28/liter
 \end{aligned}$$

#### Lampiran 4. Analisa Finansial

Komponen Biaya	Alat	Jumlah
<b>Biaya Tetap (Rp/tahun)</b>		<b>Rp 2.821.620,/tahun</b>
Penyusutan	Pompa	Rp 810.00,-
	Rak Sprinkler	Rp 1.893.600,-
	Sistem Kontrol	Rp 90.000,-
Bunga Modal	Pompa	Rp 29.700,-
	Rak Sprinkler	Rp 694.320,-
	Sistem Kontrol	Rp 33.000,-
<b>Biaya Tidak Tetap (Rp/tahun)</b>		<b>Rp 696.516,8926/tahun</b>
Perawatan	Pompa	Rp 81,-
	Rak Sprinkler	Rp 1.893,6-
	Sistem Kontrol	Rp 90,-
Biaya Oprator	Pompa	Rp 9.375,-
Biaya Listrik	Pompa	Rp 169,0149-
<b>Biaya Produksi (Rp/tahun)</b>		<b>Rp 11.632.000,-/tahun</b>
Media	Polibag	Rp 500.000,-
	Tanah	Rp 400.000,-
Pupuk		Rp 1.000.000,-
Pembelian Bibit		Rp 1.008.000,-
<b>Total (Rp/tahun)</b>		<b>Rp 15.150.136,89-/tahun</b>
<b>Total Cost (Rp)</b>		<b>Rp 3.787.534,22-</b>
<b>Modal</b>		<b>Rp 3.787.534,223-</b>
<b>Pendapatan (Rp)</b>		<b>Rp 7.560.000,-</b>
<b>Keuntungan</b>		<b>Rp 3.772.465,777-</b>
<b>NPV</b>		<b>Rp 4.178.273,015-</b>
<b>B/C Rasio</b>		<b>1.996021568</b>

$$\text{Total Cost (Rp/tahun)} = BT - BTT + BP$$

$$= \text{Rp } 2.821.620 + \text{Rp } 11.632.000 + \text{Rp } 696.516,8926$$

$$= \text{Rp } 15.150.136,89/\text{tahun}$$

$$\text{Total cost untuk sekali pembibitan} = \text{Rp } \frac{15.150.136,89/\text{tahun}}{4/\text{tahun}}$$

$$= \text{Rp } 3.787.534,22$$



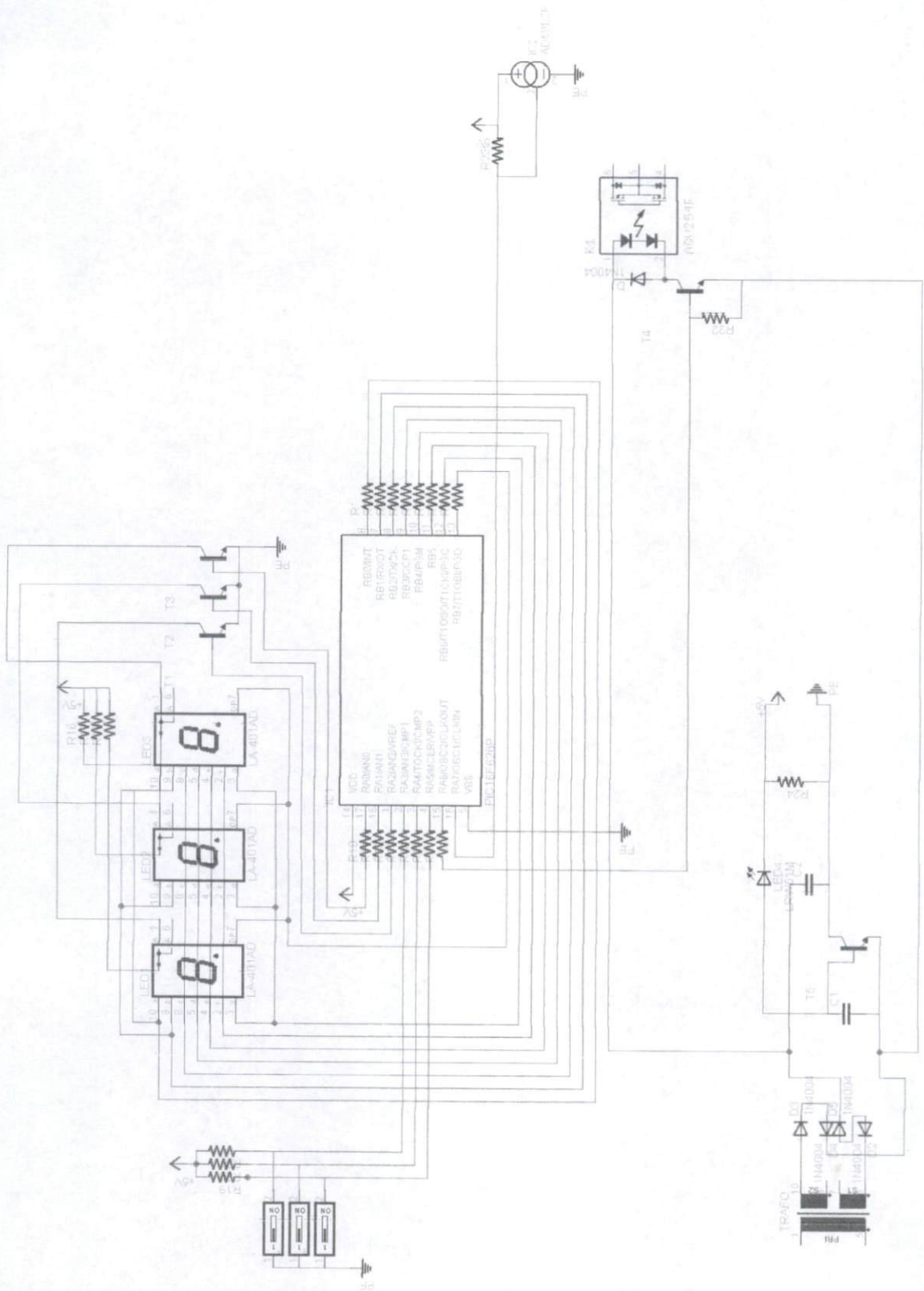
$$\begin{aligned}
 \text{Pendapatan} &= \text{Jumlah Bibit} \times \text{Harga Jual Bibit} \\
 &= 756 \text{ batang} \times \text{Rp } 10.000, / \text{batang} \\
 &= \text{Rp } 7.560.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modal Harga Jual per batang} &= \frac{\text{Total cost} \times \text{pembibitan}}{\text{Jumlah bibit}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 3.787.534,22}{756 \text{ batang}} \\
 &= \text{Rp } 5.009,9659
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{NPV} &= \frac{\text{Pendapatan} - \text{Cost}}{(1 + i)} \\
 &= \frac{\text{Rp } 7.560.000 - \text{Rp } 3.787.534,22}{(1 + 0,12)^1} \\
 &= \text{Rp } 4.178.273,015
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{B}{C} \text{ Ratio} &= \frac{\text{Pendapatan}}{\text{Cost}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 7.560.000}{\text{Rp } 3.787.534,22} \\
 &= 1.996021568
 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Rangkaian dan Program Sistem Kontrol





**Program**

```
TRISA =% 10111000
TRISB =% 00000000
PORTA = 0: PORTB = 0
```

```
CMCON = 7 'komparator pinleri iptal hepsi girip çýkýþ
ON Interrupt GoTo KESME 'kesme oluþursa KESME Adly etikete git.
'Presc: 000 = 1/2, 001 = 1/4, 010 = 1/8, 011 = 1/16, 100 = 1/32, 101 = 1/64, 110 =
1/128, 111 = 1/256
OPTION_REG =% 00000011 'Tarik dirençleri ÝPTAL-Bölme oraný 1/16
INTCON =% 10100000 'Kesmeler Aktif telah TMR0 (bit5) kesmesi Aktif
TMR0 = 99
```

```
LAMBANG SET = PORTA.5
LAMBANG Yukari = PORTA.4
LAMBANG Asagi = PORTA.3
LAMBANG DIG0 = PORTA.0
LAMBANG DIG1 = PORTA.1
LAMBANG DIG2 = PORTA.2
```

```
"-----
```

```
PERAN VAR PORTA.6
```

```
SAYAC VAR BYTE
SIRA VAR BYTE
SAYI VAR BYTE
JANGKA VAR KATA
ISIS VAR KATA
Onda VAR BYTE
AKTARI VAR BYTE
AKTAR2 VAR BYTE
AKTAR3 VAR BYTE
SYC VAR BYTE
SNS VAR BYTE
SNY VAR BYTE
ISIH VAR BYTE
Isil VAR BYTE
TUS VAR BIT
DP VAR BIT
W VAR BIT
U VAR ??BIT
Z VAR BYTE
X VAR BYTE
Saya KATA VAR
```

```
Sibuk BIT VAR Sibuk 'Status-Bit
HAM VAR KATA
ISI VAR KATA 'sensor HAM Okuma deðeri
```

Mengapung VAR KATA 'Gelar sisanya untuk suhu + C tampilan  
 ISARET\_BITI VAR HAM.11 'Bit11' + / - sýcaklýk Ýparet biti, 1 = olursa Eksi  
 sýcaklýk

EKSI\_ISI CON 1 '= 1 Negatif\_Cold  
 SERECE CON 223 °o ipareti  
 ISARET VAR BYTE  
 Comm\_Pin VAR PORTA.7

"-----  
 BASLANGIC: DP = 0  
 gosub EKРАН3  
 gosub SENSORYAZ  
 Gosub SENSOROKU  
 membaca \$ 0, Isil  
 READ \$ 1, ISIH  
 READ \$ 2, SNS  
 JIKA Isil > 99 THEN Isil = 0  
 JIKA ISIH > 9 KEMUDIAN ISIH = 0  
 JIKA SNS > 50 THEN SNS = 0  
 JANGKA = (Isil \* 10) + ISIH  
 ISIS = JANGKA-SNS  
 Gosub DELAY1  
 DP = 1: W = 1: SYC = 0

BASLA:  
 Gosub Ekran  
 Gosub SENSOR  
 Gosub Kontrol

JIKA TUS = 1 T  
 GOTO BASLA

SENSOR:

OWOUT Comm\_Pin, 1, [\$ CC, \$ 44] 'ISI deđerini OKU

Bekle:

OWIN Comm\_Pin, 4, [Sibuk] 'Sibuk deđerini OKU

JIKA Sibuk = 0 THEN hala Bekle 'meþgulmü? , Evet ise goto Bekle ..!

OWOUT Comm\_Pin, 1, [\$ CC, \$ BE] 'alas memori OKU

OWIN Comm\_Pin, 2, [HAM.Lowbyte, HAM.Highbyte] 'YKI byte OKU

telah okumayý bitir.

Gosub Hesapla

RETURN

SENSORYAZ: 'okumaya hazýrlan ..

OWOUT Comm\_Pin, 1, [\$ CC, FF 4E \$, \$, \$ FF, \$ 7F]

OWOUT Comm\_Pin, 1, [\$ CC, \$ 48]

OWOUT Comm\_Pin, 1, [\$ CC, \$ B8]

OWOUT Comm\_Pin, 1, [\$ CC, \$ BE]

kembali



```

Hesapla: "Ham deđerden Santigrat derece hesabý
ISARET = "+"
JIKA ISARET_BITI = EKSI_ISI KEMUDIAN
ISARET = "-"
ham = ~ ham +2
endif
mengambang = (HAM * 10) / 16
RETURN
AKHIR

```

```

RETURN

```

```

Kontrol: 'Peran terangkan ..
JIKA ISIS => Float KEMUDIAN
SYC = SYC +1
JIKA SYC => 3 KEMUDIAN
SYC = 3: PERAN TINGGI
Endif
endif
JIKA Float => JANGKA KEMUDIAN
SYC = 0: PERAN RENDAH
Endif
RETURN

```

```

DELAY: 'gecýkme 1
UNTUK I = 0 TO 150: BERIKUTNYA
RETURN
DELAY1: 'gecýkme 2
UNTUK I = 0 TO 12000: BERIKUTNYA
RETURN
DELAY2: 'gecýkme 3
UNTUK I = 0 TO 125: BERIKUTNYA
RETURN

```

```

Ekran: 'Sýcaklýk gösteriliyor.
Z = Float DIG 0: gosub AL: AKTAR1 = SAYI
Z = Float DIG 1: gosub AL: AKTAR2 = SAYI
Z = Float DIG 2: gosub AL: AKTAR3 = SAYI
RETURN
EKRAN1: 'SET yazýsý
Z = 14: gosub AL: AKTAR1 = SAYI
Z = 13: gosub AL: AKTAR2 = SAYI
Z = 5: gosub AL: AKTAR3 = SAYI
RETURN
EKRAN2: 'Set deđerini gösteriliyor

```

```

Z = JANGKA DIG 0: gosub AL: AKTAR1 = SAYI: IF U = 1 THEN AKTAR1 =
0
Z = JANGKA DIG 1: gosub AL: AKTAR2 = SAYI
Z = JANGKA DIG 2: gosub AL: AKTAR3 = SAYI
RETURN
EKRAN3:
AKTAR1 = 64
AKTAR2 = 64
AKTAR3 = 64
RETURN
EKRAN4: 'Hassasiyet ekraný
Z = SNS DIG 0: gosub AL: AKTAR1 = SAYI: IF U = 1 THEN AKTAR1 = 0
Z = SNS DIG 1: gosub AL: AKTAR2 = SAYI
aktar3 = 0
RETURN

```

```

AL: LOOKUP Z, [63,6,91,79,102,109,125,7,127,111,99,57,64,121,120], SAYI:
RETURN'Karakter al

```

```

KAYDET: 'Deđerler eproom'a kaydediliyor ..
SAAT TUS = 1: Wend
Isil = TERM/10
ISIH = JANGKA // 10
MENULIS $ 0, Isil: PAUSEUS 2
MENULIS $ 1, ISIH: PAUSEUS 2
MENULIS $ 2, SNS: PAUSEUS 2
GOTO BASLANGIC

```

```

Ayar: 'Menuye gýrys
SAAT TUS = 1: Wend
DP = 0
Gosub EKRAN1
Gosub DELAY1
READ $ 0, Isil
READ $ 1, ISIH
JANGKA = (Isil * 10) + ISIH
DP = 1: syc = 0: SNY = 0: W = 0

```

```

MENU:
JIKA Yukari = 0 THEN
W = 1: U = 0: SNY = 0
JANGKA JANGKA = +1
SAAT Yukari = 0
SYC = SYC +1: gosub DELAY
  JIKA SYC > 40 THEN
    SYC = 50: TERM = JANGKA +1: gosub DELAY
  Endif
Gosub EKRAN2

```



```

    JIKA JANGKA > 990 THEN JANGKA = 0
    Pergi ke
    SYC = 0: JIKA JANGKA > 999 THEN TERM = 990
    ELSE
    W = 0
    Endif

```

```

    JIKA Asagi = 0 THEN
    W = 1: U = 0: SNY = 0
    TERM = JANGKA-1
    SAAT Asagi = 0
    SYC = SYC +1: gosub DELAY
    JIKA SYC > 40 THEN
    SYC = 50: TERM = JANGKA-1: gosub DELAY
    Endif
    Gosub EKRAN2
    JIKA JANGKA > 999 THEN TERM = 990
    Pergi ke
    SYC = 0: JIKA JANGKA > 999 THEN TERM = 990
    ELSE
    W = 0
    Endif

```

```

    JIKA TUS = 1 THEN
    GOTO sensitivitas
    Endif
    Gosub EKRAN2
    GOTO MENU

```

```

    Sensivitas: '| menu su girip ..
    SAAT TUS = 1: Wend
    membaca $ 2, sns
    JIKA SNS > 50 THEN SNS = 0
    DP = 1: SNY = 0
    SENS:
    Gosub EKRAN4
    JIKA Yukari = 0 THEN
    W = 1: SNY = 0: U = 0
    SNS SNS = +1
    SAAT Yukari = 0
    SYC = SYC +1: gosub DELAY
    JIKA SYC > 40 THEN
    SYC = 40: SNS SNS = +1: gosub DELAY2
    Endif
    Gosub EKRAN4
    JIKA SNS => 50 THEN SNS = 50
    Pergi ke
    SYC = 0: JIKA SNS => 50 THEN SNS = 50

```

```
ELSE
W = 0
Endif
```

```
JIKA Asagi = 0 THEN
W = 1: U = 0: SNY = 0
SNS = SNS-1
SAAT Asagi = 0
  SYC = SYC +1: gosub DELAY
  JIKA SYC > 40 THEN
    SYC = 40: SNS = SNS-1: gosub DELAY2
  Endif
  Gosub EKTRAN4
  JIKA SNS > 50 THEN SNS = 0
Pergi ke
SYC = 0: JIKA SNS > 50 THEN SNS = 0
ELSE
W = 0
Endif
```

```
JIKA TUS = 1 THEN
GOTO KAYDET
Endif
GOTO SENS
```

```
Melumpuhkan
KESME: 'kesme alt programý
JIKA SET = 0 THEN
TUS = 1
ELSE
TUS = 0
Endif
```

```
JIKA W = 0 THEN
SNY = SNY +1
JIKA SNY => 120 THEN
  U = 1
  ELSE
  U = 0
  Endif
Endif
JIKA SNY => 240 THEN SNY = 0
```

```
SAYAC = SAYAC +1
  Jika SAYAC > 2 maka SAYAC = 0

  Jika SAYAC = 0 maka
DIG2 = 0
```



```
PORTB = AKTAR1  
DIG0 = 1  
    PAUSEUS 2  
Endif
```

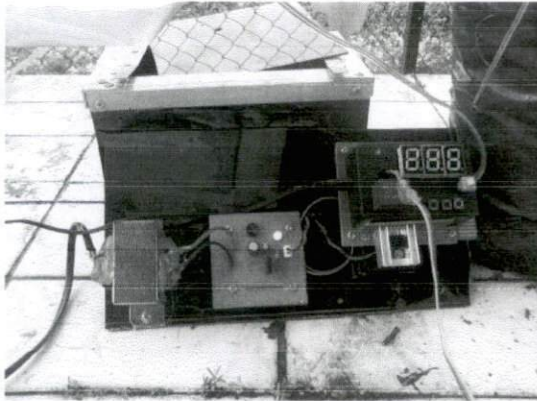
```
Jika SAYAC = 1 maka  
DIG0 = 0  
PORTB = AKTAR2  
PORTB.7 = DP  
DIG1 = 1  
PAUSEUS 2  
Endif
```

```
Jika SAYAC = 2 maka  
DIG1 = 0  
PORTB = AKTAR3  
DIG2 = 1  
PAUSEUS 2  
Endif
```

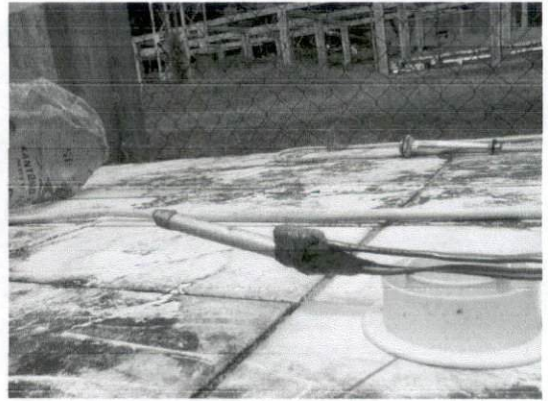
```
TMR0 = 160  
INTCON.2 = 0
```

```
Lanjutkan  
Memungkinkan  
Akhir
```

### Lampiran 6. Dokumentasi



Gambar 1. Sistem Kontrol



Gambar 2. Sensor Suhu Tanah



Gambar 3. Rak dan Jaringan Sprinkler



Gambar 4. Letak Sensor Suhu Tanah



Gambar 5. Sampel Tanah



Gambar 6. Penimbangan Sampel Tanah