

**ANALISIS EKONOMI PENGGUNAAN SOLAR SEL SEBAGAI ENERGI
PEMOMPAAN PADA IRIGASI TETES**



Oleh:

MUSTIKA

G 621 05 008



PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	22-2-10
Asal Buku	puh
Banyak	1 dus
Harga	Hardus
No. Inventaris	
No. Klas	SKR-PTD MUS a

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2010**

**ANALISIS EKONOMI PENGGUNAAN SOLAR SEL SEBAGAI ENERGI
PEMOMPAAN PADA IRIGASI TETES**

Oleh:

M U S T I K A

G 621 05 008

Skripsi Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
Pada
Jurusan Teknologi Pertanian

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2010**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : ANALISIS EKONOMI PENGGUNAAN SOLAR SEL SEBAGAI
ENERGI PEMOMPAAN PADA IRIGASI TETES
Nama : MUSTIKA
Stambuk : G 621 05 008
Program Studi : Keteknikan Pertanian
Jurusan : Teknologi Pertanian

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing

Pembimbing I



Ir. Totok Prawitosari, MS
NIP. 131 287 797

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M.Eng
NIP. 131 857 068

Mengetahui



Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian
Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M.Eng
NIP. 131 857 068

Ketua Panitia
Ujian Sarjana



Dr. Suhardi, STP, MP
NIP. 132 315 970

Tanggal Pengesahan : Februari 2010

Ringkasan

Penguasaan dibidang teknik irigasi, dapat mengatasi masalah kebutuhan air dan pemanfaatan air secara optimal bagi tanaman. Sistem irigasi tetes adalah salah satu sistem irigasi dalam pertanian dengan cara pemberian air pada tanaman secara langsung. Perhitungan analisis ekonomi untuk Penerapan sistem irigasi tetes bertenaga matahari, dapat dilakukan oleh para petani agar tidak mengalami kerugian dalam hal biaya ekonomisnya baik untuk pengadaan peralatan irigasi tetes itu sendiri maupun sumber tenaganya.

Tujuan penelitain ini adalah untuk mengetahui kelayakan ekonomi penggunaan solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes untuk tanaman jeruk besar yang dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2009 di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

Perhitungan dilakukan dengan cara mencatat data ekonomis yang mencakup harga alat/mesin, biaya operasi dan perawatan, biaya tenaga kerja, dan biaya lain. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya tetap yang diperoleh sebesar Rp. 24.646.346 dan biaya tidak tetap sebesar Rp. 236.481.618 sedangkan NPV yang diperoleh Rp. 28.201.051 nilai BCR yang diperoleh adalah 1,2 yang berarti menguntungkan sehingga penggunaan solar sel sebagai energi pemompaan layak untuk dikembangkan.

RIWAYAT HIDUP



M u s t i k a. Lahir di Pekkabata, pada tanggal 6 Maret tahun 1987. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara, Putri dari pasangan Mustamin dan Hj. Tahira. Penulis telah melalui jenjang pendidikan :

- ❖ Jenjang Pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Pertiwi Mamuju pada tahun 1992 sampai tahun 1993
- ❖ Jenjang Pendidikan Sekolah Dasar di SD Inpres Tampo Tora Mamuju pada tahun 1993 sampai tahun 1996 dan pindah sekolah setelah mengikuti ujian masuk di SD Unggulan Mamuju pada tahun 1996 sampai tahun 1999
- ❖ Jenjang Pendidikan Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTP Negeri 1 Mamuju pada tahun 1999 sampai tahun 2002
- ❖ Jenjang Pendidikan Sekolah Menengah Umum di SMU Negeri 1 Mamuju pada tahun 2002 sampai tahun 2005
- ❖ Jenjang Perguruan Tinggi di Universitas Hasanuddin Makassar, sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2005 sampai tahun 2010.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas selesainya laporan penelitian ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Keteknikan Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ir. Totok Prawitosari, MS dan Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan dukungannya selama penulis melakukan penelitian.
2. Staf dan tim dosen pada Program Studi Teknik Pertanian Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama ini.
3. Kedua orang tua, ayahanda Mustamin dan ibunda Hj. Tahira serta saudara-saudara dan seluruh keluarga besar saya yang selalu memberikan perhatian, dukungan dan nasehat selama dalam penyelesaian laporan penelitian ini. I miss u all.
4. Kepala Bagian Sub Dinas Hidrologi pada dinas kepegawaian Umum (PU) Makassar, Sulawesi Selatan atas bantuan yang telah diberikan dalam hal penyediaan data yang diperlukan selama penelitian
5. Kawan-kawan yang selama ini telah memberikan support dan semangat yang luar biasa hingga laporan penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. For my best friends personil Manis Manja (Irma, Wulan, Aqza dan Lili), khusus buat Lili tetap semangat n tetap keep smiling yah kawan tanpa kamu semuanya tidak akan berarti. Buat Mursalim yang telah membantu dan memberikan masukan dan semangatnya selama proses

penyelesaian laporan penelitian ini, you are the best. Buat Roch, Neni, Iqrima, Nini, Mimi, Isma, Gel, Dilla dan semua teman-teman seangkatan (Tekpert '05) yang tidak sempat disebutkan satu persatu, dukungan kalian adalah mutiara yang berharga di dasar hati saya yang terdalam. Thank's for all. Dan tak lupa the big family Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin tanpa terkecuali.

Saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca senantiasa penulis harapkan. Semoga penulisan laporan penelitian ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua khususnya bagi penulis sendiri. Amin ya Robbal Alamin.

Makassar, Februari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jeruk Besar (<i>Citrus Maxima Merr</i>).....	4
2.2 Pengertian Irigasi	5
2.3 Irigasi Tetes	5
2.4 Pompa	8
2.4.1 Daya Capai Pompa (Head Total Pompa)	8
2.4.2 Kapasitas Pemompaan	9
2.4.3 Tenaga Pemompaan	9
2.5 Solar Sel	10
2.6 Analisis Biaya	12
2.6.1 Biaya Tetap	13

2.6.2 Biaya Tidak Tetap	14
2.6.3 Total Biaya	15
2.6.4 Benefit Cost Ratio (BCR)	16
2.6.5 Break Event Point (BEP)	16
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Metode Penelitian	17
3.3 Analisis data	17
3.4 Bagan Alir Penelitian	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Keadaan Umum Lokasi	22
4.2 Kondisi Lahan	23
4.3 Layout Jaringan Irigasi Tetes	24
4.4 Kebutuhan Air Tanaman	25
4.5 Kebutuhan Energi	27
4.6 Analisis Ekonomi	27
4.7 Analisis Net Present Value (NPV), Benefit Cost Rasio (BCR), Break Event Point (BEP) dan PayBack Periode (PBP)	30
V. KESIMPULAN	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Distribusi Ukuran Partikel dan Tekstur Tanah di Kecamatan Ma'rang Kabupaten Pangkep	23
2.	Komponen Biaya Investasi Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes	28
3.	Daftar Harga Alat dan Umur Ekonomis Alat pada Penggunaan Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes di Kabupaten Pangkep	28
4.	Analisis Ekonomi Penggunaan Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes di Kecamatan Ma'rang Kabupaten Pangkep	32
5.	Hasil Analisa NPV dan BCR Penggunaan Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes di Kecamatan Ma'rang Kabupaten Pangkep	33

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Layout Jaringan Irigasi Tetes	25
2.	Rata-rata Nilai Kc pada Tanaman Jeruk Besar	26
3.	Pipa Sub Utama dan Pipa Lateral	59
4.	Solar Sel	59
5.	Tower dan Bak Penampung Air	60
6.	Emitter (Penetes)	60

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Nilai Evapotranspirasi Acuan (ET _o) pada Station Klimatologi Tabo-tabo Kabupaten pangkep	37
2.	Sifat Fisik Beberapa Jenis Tanah	37
3.	Nilai Manajemen Defisit yang Diizinkan (MAD), untuk berbagai Jenis Tanaman	38
4.	Keseragaman Emisi (EU) yang Disarankan	38
5.	Rata-rata Pengukuran pada Pembangkit Tenaga Surya.....	38
6.	Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman	39
7.	Perhitungan Kebutuhan Energi	41
8.	Analisis Ekonomi Penggunaan Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes	43
9.	Perhitungan Analisis Break Event Point (BEP) dan PayBack Periode (PBP)	58
10.	Dokumentasi	59

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan sektor pertanian dewasa ini diarahkan untuk menuju pertanian yang efisien dan tangguh, mengingat kebutuhan hasil-hasil pertanian yang terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Pengembangan pembangunan pertanian yang efisien tersebut salah satunya dapat dilakukan dengan metode irigasi tetes dengan menggunakan energi matahari.

Irigasi merupakan merupakan metode yang sangat menguntungkan dan merupakan salah satu unsur intensifikasi pertanian yang sangat berperan dalam meningkatkan produksi pertanian. Dengan penguasaan dibidang teknik irigasi, diharapkan agar masalah kebutuhan air dan pemanfaatan air secara optimal bagi tanaman dapat teratasi.

Sistem irigasi tetes adalah salah satu sistem irigasi dalam pertanian dengan cara pemberian air pada tanaman secara langsung. Dengan energi kita mampu bekerja. Dalam pemompaan energi diperlukan untuk mengangkat air dengan debit tertentu. Energi air dipasok oleh suatu pompa yang bergerak dengan tenaga manusia atau motor dengan menggunakan tenaga matahari, angin atau bahan bakar.

Pengembangan irigasi tetes yang akan digunakan akan diaplikasikan dengan tenaga matahari atau tenaga surya. Sistem Irigasi tetes Tenaga Surya (Solar Drip Irrigation) adalah system pompa air tenaga surya yang di kombinasikan dengan irigasi tetes, sehingga pemberian air dapat dilakukan

secara otomatis dan langsung diberikan di daerah perakaran. Dengan cara ini maka pemanfaatan air irigasi menjadi sangat efisien.

Salah satu jenis produk pertanian yang memberikan kontribusi besar bagi peningkatan ekonomi pertanian yang efisien adalah tanaman jeruk besar. Jeruk besar (*Citrus Maxima Merr*) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang dapat ditanam di daerah tropis dan sub tropis. Tanaman ini merupakan komoditas hortikultura yang mendapat prioritas untuk dikembangkan, karena usahatani jeruk memberikan keuntungan yang tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber pendapatan petani. Oleh karena itu pengembangan komoditas ini perlu mendapat perhatian.

Adapun kebutuhan air tanaman jeruk besar (*Citrus Maxima Merr*) adalah sebagai berikut :

Kebutuhan Air	1 tahun	2 tahun	3 tahun	4 tahun
Luas Tajuk (m ²)	1	5	10	15
Kedalaman Akar (cm)	30	50	70	90
Kebutuhan Air (liter)	15/3 hari	90/6 hari	950/25 hari	600/15 hari

Sumber : Anonim^a, 2009

Salah satu sumber energi untuk penggunaan pompa adalah energi matahari. Disamping sebagai energi bersih dan tersedia dalam jumlah yang melimpah, penggunaan energi matahari juga akan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Dengan menerapkan sistem irigasi tetes bertenaga matahari ini, diharapkan para petani tidak akan mengalami kerugian baik untuk pengadaan peralatan irigasi tetes itu sendiri maupun sumber tenaganya.

Kabupaten Pangkep merupakan salah satu penghasil tanaman jeruk besar dan biaya ekonomi pengadaan suatu alat/mesin dalam pengembangan sistem irigasi tetes ini menjadi salah satu faktor utama yang harus diperhatikan oleh para petani. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu diadakan penelitian ini untuk mengetahui kelayakan ekonomis dari alat/mesin yang akan digunakan.

1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan ekonomi penggunaan solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes untuk tanaman jeruk besar yang ada di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

Kegunaan penelitian ini adalah sebagai bahan informasi bagi masyarakat untuk mengembangkan teknologi dalam bidang pertanian dengan menggunakan energi alternatif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jeruk Besar (*Citrus Maxima Merr*)

Jeruk besar merupakan salah satu buah yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Jeruk Besar mempunyai beragam kultivar dan tidak semua kultivar disukai oleh konsumen, karena ada beberapa kultivar yang rasanya agak getir dan kulit buahnya tebal. Beberapa kultivar sangat disukai konsumen seperti Nambangan, Srinjanya dan Bali Merah karena rasanya enak, tidak pahit, kulit tidak terlalu tebal, dan beraroma khas (Anonim^d, 2009).

Jeruk Bali atau jeruk besar merupakan pohon dengan pertumbuhan cabang mulai dari bagian pangkal batang. Karenanya, pertumbuhan jeruk bali cenderung menyamping dan bukannya meninggi. Ketinggian tajuk paling tinggi hanya sekitar 10 m. Batang jeruk bali berkayu keras dan liat. Sama halnya dengan jenis jeruk lainnya. Ketika muda, batang jeruk bali berduri besar-besar, kokoh dan sangat runcing. Hal ini terjadi pada perbanyakan dengan menggunakan biji. Namun setelah besar, duri-duri itu akan menghilang dengan sendirinya (Anonim^e, 2009).

Modal bertanam jeruk besar bervariasi untuk perhektar dengan skala ekonomis minimal 10 hektar. Variasi angka ini disebabkan oleh ada atau tidaknya sumber air. Kalau sumber air berupa sungai, waduk, atau rawa bisa dimanfaatkan, tetapi jika membangun tampungan air hujan atau sumur dalam, maka biayanya akan membengkak. Skala ekonomis minimal 10 hektar, dalam arti kebun tersebut akan dikelola dengan manajemen modern menggunakan tenaga profesional. Apabila kebun akan dikelola sendiri atau hanya mengupah tenaga kasar, maka skala minimalnya tidak ada. Populasi

tanaman perhektar bisa sampai 400 batang. Hasil jeruk setelah tanaman berumur di atas 5 tahun sejak tanam, akan mencapai 30 butir dengan berat sekitar 1,5 kg perbutir. Dengan harga jual ditingkat petani Rp. 2000,- per kg, hingga sebenarnya agribisnis jeruk besar (pamelo) relative masih cukup menarik untuk dicoba (Anonim^c, 2009).

2.2 Pengertian Irigasi

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi lahan pertaniannya. Dalam dunia modern saat ini sudah banyak model irigasi yang dapat dilakukan manusia. Pada zaman dahulu jika persediaan air melimpah karena tempat yang dekat dengan sungai atau sumber mata air, maka irigasi dilakukan dengan mengalirkan air tersebut ke lahan pertanian. Namun demikian irigasi juga biasa dilakukan dengan membawa air dengan menggunakan wadah kemudian menuangkan pada tanaman satu-persatu. Untuk irigasi dengan model seperti ini di Indonesia biasa disebut menyiram (Anonim^d, 2009).

2.3 Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes adalah salah satu sistem irigasi dalam pertanian dengan cara pemberian air pada tanaman secara langsung. Pemberian air pada tanaman melalui daerah permukaan tanah, biasanya dalam bentuk tetesan air atau curahan kecil berupa kabut. Beberapa komponen penting yang digunakan dalam sistem irigasi tetes adalah pompa air, pengatur tekanan, saluran irigasi utama, saluran lateral, penetes (emitter) dan katup pengatur (Keller dan Bliesner, 1990).

Pada sistem irigasi tetes, pemberian air dilakukan dengan menggunakan beberapa nozel yang diletakkan dipermukaan tanah dekat dengan perakaran tanaman, dengan tekanan yang sangat kecil dan debit kurang dari 1,3 liter/jam. Cara pemberian irigasi tetes ini dapat mengurangi kehilangan air yang berlebihan karena daerah yang dibasahi terbatas pada daerah akar (Davies, 1974).

Aliran atau tetesan dapat diatur secara manual atau dipasang otomatis untuk menyalurkan volume yang diinginkan, air untuk waktu yang ditetapkan, atau air apabila kelembaban tanah menurun untuk suatu jumlah tertentu (Hansen, 1992).

Irigasi tetes cocok untuk lahan perkebunan dengan pohon kecil dan ditanam dengan jarak yang lebar, lahan yang berlokasi di daerah kering (dataran rendah). Panen dapat meningkat karena kelembaban tanah di daerah perakaran dapat dikontrol agar konstan (Schwab, 1981).

Dengan pemberian air yang hanya sebatas keperluan untuk evapotranspirasi dan dengan penggunaan penetes yang sesuai, maka irigasi tetes merupakan salah satu alternatif dalam peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya air pada lahan pertanian (Hillel, 1982).

Menurut Karmeli dan Keller, 1975, irigasi tetes memberi beberapa keuntungan dalam efisiensi pemakaian air, hasil tanaman, teknik dan ekonomi. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pemakaian irigasi tetes yaitu :

- a. Biaya operasi dan perawatan sangat rendah.

Irigasi tetes sesuai untuk mengairi tanaman yang tumbuh di bawah plastik, karena penetes dapat di tempatkan di bawah penutup, dengan

demikian pengaruh gangguan angin sangat kecil. Irigasi tetes dapat juga diterapkan pada suatu lahan dengan permukaan yang tidak rata. Dengan menggunakan sistem irigasi tetes maka efisiensi diameter pipa dan tenaga kerja dapat ditingkatkan.

b. Efisiensi pemakaian air.

Dalam irigasi tetes kehilangan yang disebabkan oleh evaporasi dapat dikurangi. Secara umum air yang digunakan pada irigasi tetes lebih sedikit dibandingkan dengan metode irigasi lainnya. Penghematan ini terjadi karena pemberian air bersifat local yang hanya terjadi pada daerah perakaran. Dengan irigasi tetes transpirasi dan gulma juga dapat ditekan.

c. Memberikan keuntungan dalam bidang teknik dan ekonomi.

Untuk irigasi dengan jarak tanam yang lebar, biaya yang dipakai dalam membuat atau mengoperasikan sistem irigasi tetes relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan sistem irigasi curah pada level permukaan yang sama. Penyumbatan bukan suatu masalah karena pemeliharaan penetes tidak mahal.

d. Meningkatkan hasil tanaman.

Hasil tanaman untuk irigasi tetes memperlihatkan sesuatu yang lain bila dibandingkan dengan sistem irigasi yang lain. Hasil tanaman yang lebih besar serta mempunyai kualitas dan keseragaman hasil yang ditunjukkan lebih baik pada irigasi tetes.

e. Menghemat tenaga kerja.

Irigasi tetes dapat dioperasikan secara otomatis sehingga tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit. Penghematan tenaga kerja juga terjadi pada pemupukan, pemberantasan hama dan penyiangan.

2.4 Pompa

Pompa adalah salah satu peralatan yang dipakai untuk mengubah energi mekanik (dari mesin penggerak pompa) menjadi energi tekan pada fluida yang dipompa. Pada umumnya pompa digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain yang lebih tinggi tempatnya, tinggi tekanannya, ataupun untuk sirkulasi (Sunarno, 2005).

Dalam rangka untuk menggunakan pompa modern yang paling menguntungkan untuk mendapatkan air irigasi, diperlukan untuk memilih pompa yang sesuai betul dengan kondisi kerja tertentu dan untuk mendapatkan efisiensi yang relative tinggi. Apabila jumlah air yang dipompa jauh lebih kecil dari jumlah untuk pompa direncanakan, dan tingginya (head) berlebihan, akan menghasilkan efisiensi yang rendah. Hal yang sama, suatu pompa dapat memberikan air yang lebih banyak daripada yang direncanakan untuk memberikan air pada ketinggian yang lebih rendah dari pada normal dan akan menyebabkan efisiensi yang rendah. Pengetahuan tentang karakteristik pompa memungkinkan seseorang untuk memilih pompa yang sesuai dengan kondisi kerja dan dengan demikian mencapai efisiensi yang relative tinggi dengan biaya kerja yang rendah (Hansen,1992).

2.4.1 Daya Capai Pompa (*Head Total Pompa*)

Head Total Pompa adalah energy mekanik yang dikandung oleh aliran persatuan massa (1 kg) zat cair atau kerja yang diperlukan untuk memindahkan 1 kg fluida (Sularso dan Tahara, 2000).

Jumlah head total (daya capai) dari pompa adalah jumlah antara kedalaman isap (suction head) dengan tinggi tekanan (delivery head) atau

jarak vertical dari permukaan isap pompa sampai ke permukaan fluida yang dipompakan (Harjosentono, 1978).

Tinggi isap (suction head) pompa sentrifugal 1 ampeler, secara teoritis dapat mencapai 10,33 meter. Namun dalam kenyataan tinggi isap tersebut kurang dari 10,33 meter, hal ini disebabkan adanya kehilangan yang terjadi pada instalasi pompa (Haryono, 1983).

2.4.2 Kapasitas Pemompaan

Tinggi tekan dan kapasitas menempati posisi yang sama dalam penggunaan pompa, persyaratan utama sebuah pompa adalah pompa dapat mengalirkan jumlah yang tepat ke tinggi tekan yang ada pada system sedangkan satuan yang biasa digunakan untuk kapasitas pompa adalah gallon/menit, dan untuk Negara yang menggunakan system metrics, kapasitas pompa dinyatakan dalam m^3 / jam (Hicks dan Edwards, 1996).

2.4.3 Tenaga Pemompaan

Tenaga yang diperlukan oleh sebuah unit pompa tergantung pada besarnya aliran (debit) daya capai (head) dari pompa (Sofyan Arsyad dkk, 1992).

Fritz Dietsel (1993), mengemukakan bahwa tinggi kenaikan pompa (h), berpengaruh terhadap besarnya ukuran pompa dan mesin penggerak yang digunakan, daya pemompaan P_v adalah daya dari pompa yang bisa digunakan dan dipindahkan ke fluida yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P_v = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

ρ = Kerapatan fluida (kg / m^3)

g = Percepatan Gravitasi ($9,8 m / s^2$)

H = Tinggi Kenaikan (Head), m

Q = Kapasitas fluida yang dipompa (m^3 / s)

P_v = Daya pompa secara teoritis (watt)

Dan selanjutnya dikemukakan bahwa daya yang dibutuhkan (daya yang harus disediakan oleh mesin penggerak (pompa) dapat di hitung dengan persamaan :

$$P = P_v / \text{Eff} \dots\dots\dots(2)$$

P = daya pompa sebenarnya (watt)

Eff = efisiensi dari penggerak (%) tergantung dari jenis tenaga yang digunakan yaitu motor listrik 70 % dan motor diesel 50 %.

2.5 Solar Sel

Di wilayah pedesaan dan pulau-pulau terpencil, PLTS atau solar sel merupakan system catu daya listrik yang paling ekonomis dibandingkan pembangkit listrik lainnya. Keunggulan ekonomi PLTS disebabkan oleh tidak dibutuhkannya suplai bahan bakar dan jaringan distribusi listrik. Semakin terpencil sebuah wilayah, biaya suplai bahan bakar dan pembangunan jaringan distribusi listrik akan semakin mahal (Anonim⁶, 2009).

Sel surya atau sel photovoltaic, adalah sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebuah wilayah-besar dioda p-n junction, di mana, dalam hadirnya cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik yang berguna. Perubahan ini disebut efek photovoltaic (Anonim⁷, 2009).

Keuntungan Panel Surya PLTS mampu menyuplai listrik untuk lokasi yang belum dijangkau jaringan listrik PLN yaitu potensi pemanfaatan energi

surya tersebar secara merata sehingga dapat digunakan untuk daerah yang terpencil, Listrik surya merupakan solusi yang cepat, karena proses instalasi yang relatif cepat untuk menghasilkan listrik penerangan dll. Tenaga Surya merupakan energi yang sangat bersih, karena sifatnya secara fisika dapat Meng-absorpsi UV radiasi (dari matahari), tidak menghasilkan emisi sedikitpun, tidak menimbulkan suara berisik dan tidak memerlukan bahan bakar yang perlu dibeli setiap harinya dan panel Surya mempunyai kesan modern dan futuristik, tetapi juga mempunyai kesan peduli lingkungan dan bersih. Sangat cocok untuk dunia arsitektur modern yang memadukan unsur-unsur penting tersebut.

Anonim⁷ 2009 mengemukakan bahwa PLTS atau solar sel terdiri dari tiga komponen utama yaitu :

1. Modul Surya; berfungsi merubah cahaya matahari menjadi listrik arus searah (DC), inverter dapat dengan mudah merubahnya menjadi listrik arus bolak balik (AC) apabila diperlukan. Bentuk moduler dari modul surya memberikan kemudahan pemenuhan kebutuhan listrik untuk berbagai skala kebutuhan. Kebutuhan kecil dapat dicukupi dengan satu modul atau dua modul, dan kebutuhan besar dapat dicatu oleh bahkan ribuan modul surya yang dirangkai menjadi satu. Satu buah modul surya umumnya terdiri dari 36 buah solar cell.
2. Alat Pengatur; berfungsi mengatur lalu lintas listrik dari modul surya ke battery dan beban. Alat elektronik ini juga memiliki banyak fungsi yang pada dasarnya ditujukan untuk melindungi battery.
3. Baterai / Accu; berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Beban

dapat berupa lampu penerangan atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik.



Pada siang hari modul surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Listrik yang dihasilkan oleh modul dapat langsung disalurkan ke beban ataupun disimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban: lampu, radio, dll. Pada malam hari, dimana modul surya tidak menghasilkan listrik, beban sepenuhnya dicatu oleh battery. Demikian pula apabila hari mendung, dimana modul surya menghasilkan listrik lebih rendah dibandingkan pada saat matahari benderang. Modul surya dengan kapasitas tertentu dapat menghasilkan jumlah listrik yang berbeda-beda apabila ditempatkan pada daerah yang berlainan (Anonim¹, 2009).

2.6 Analisis Biaya

Menurut Gittinger (1986), harga-harga finansial merupakan titik awal dalam analisa ekonomi, harga-harga ini disesuaikan dengan kebutuhan guna menggambarkan nilai proyek bagi masyarakat keseluruhan, baik dari sisi input maupun output proyek tersebut.

Menurut Hansen (1992), dalam rangka memperkirakan biaya air irigasi yang didapatkan dengan pemompaan, dan untuk membandingkan biaya ini dengan biaya dari system gravitasi, dalam hal ini ada kebiasaan untuk menghitung semua biaya pemompaan dalam bentuk volume air yang diberikan secara tahunan ke daerah pertanian yang diberi air irigasi.

Menurut Pramudya dan Dewi (1991), analisis kelayakan ekonomi dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan analisis perhitungannya. Biaya adalah semua pengeluaran yang dipergunakan dalam

usaha tani. Perhitungan biaya alat atau mesin dalam bidang pertanian dapat menjadi dua komponen pokok yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*).

Cost adalah biaya-biaya yang dianggap akan memberikan manfaat (*service potentials*) di waktu yang akan datang, dan karenanya merupakan aktiva yang dicantumkan dalam neraca Hartanto (1981).

2.5.1. *Biaya Tetap*

Biaya tetap (*fixed cost*) didefinisikan sebagai biaya yang relatif tetap jumlahnya, dan terus dikeluarkan walaupun produksi banyak atau sedikit, jadi besarnya biaya tetap ini tidak tergantung kepada besar kecilnya produksi yang diperoleh (Soekartawi, 1995).

a. *Biaya Penyusutan (depresiasi)*

Biaya tetap yang utama adalah penyusutan. Penyusutan adalah penurunan nilai dari suatu alat akibat dari pertambahan umur pemakaian (waktu). Biaya penyusutan bervariasi menurut umur, desai dan perkiraan umur alat (Irwanto, 1984). Secara

Secara teoritis, hilangnya nilai atau penyusutan dikurangi dari laba operasi setiap tahun dan diinvestasikan hingga saatnya alat/mesin harus diganti (Mahekam, dkk, 1991).

Umur dari suatu alat dapat dibedakan dari dua pengertian yaitu :

1. Umur ekonomis adalah umur dari suatu alat dari kondisi 100% baru sampai alat tersebut tidak ekonomis lagi bila terus digunakan dan lebih baik diganti dengan alat/mesin yang baru.

2. Umur pelayanan adalah umur dari suatu alat dalam kondisi 100% baru sampai alat tersebut tidak bisa dipakai lagi. Pada akhir umur pelayanan alat/mesin tersebut sudah tidak mempunyai nilai lagi.

b. Bunga Modal

Biaya bunga modal (*interest*) dan asuransi diperhitungkan untuk mengembalikan nilai modal yang diterima sehingga pada akhir umur peralatan diperoleh suatu nilai "Present Value" nya sama dengan nilai yang ditanam (Soekartawi, 1995).

Biaya pengembalian modal kadang-kadang disebut bunga ditambah depresiasi atau sebagai bunga ditambah angsuran. Tanpa tergantung pada cara penguraiannya, biaya ini sebanding dengan investasi (Linsley, 1986).

c. Biaya Pajak

Biaya pajak tiap tahun bagi mesin dan peralatan pertanian sangat bervariasi, disesuaikan dengan peraturan atau ketentuan daerah dimana mesin beroperasi (Soekartiwi, 1995).

Untuk Indonesia belum dapat ditentukan berapa sebenarnya besarnya besar pajak pertahun yang dibebankan pada setiap alat/mesin pertanian. Diperkirakan beban pajak yang digunakan sekitar 2% dari harga awal pertahun, sedangkan beban asuransi kira-kira 0,24% dari harga awal alat/mesin pertahun (Irwanto, 1994).

2.5.2. Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap adalah jenis-jenis biaya yang naik turun bersama-sama dengan volume kegiatan produksi bertambah, maka bertambah pula

biaya tidak tetap. Produksi turun, maka biaya tidak tetap juga akan turun pula (Sigit, 1990).

Biaya tidak tetap atau biaya operasi bervariasi berdasarkan pengoperasian alat yang sangat dipengaruhi oleh jam pemakaian (Irwanto, 1984).

a. Biaya Perawatan dan Perbaikan Alat

Biaya perawatan meliputi biaya penggantian bagian alat/mesin yang telah aus, upah tenaga kerja terampil untuk perbaikan khusus, pengecatan, pembersihan/pencucian dan perbaikan. Biaya perbaikan dan perawatan untuk mesin-mesin pengolahan hasil pertanian ditetapkan 5% dari harga beli alat/mesin pertanian (Waldiono dan Natipulu, 1986).

b. Biaya Operator (tenaga kerja)

Upah operator sangat tergantung pada kondisi sosial ekonomi suatu daerah, kebijaksanaan perusahaan dan dapat diberikan persatuan jumlah produksi (Irwanto, 1994).

2.5.3. Total Biaya

Soekartiwi (1995), menyatakan Total biaya (TC) adalah jumlah dari biaya tetap (FC) dan biaya tidak tetap (VC).

Menurut Bambang Riyanto (1992), kelayakan suatu alat dan mesin pertanian ditentukan oleh beberapa faktor antara lain dari segi penekanan biaya produksi dan peningkatan biaya produksi dan peningkatan penjualan. Salah satu analisa yang digunakan untuk merencanakan dan mengetahui apakah produksi yang dihasilkan telah mendapat keuntungan atau bahkan kerugian *Break Even Point* (BEP). Analisa tersebut membantu merencanakan

dan mengendalikan serta mengambil keputusan bagi penggunaan alat dan mesin pertanian.

2.5.4. *Benefit Cost Ratio (BC Ratio)*

Benefit merupakan manfaat yang diperoleh dari suatu kegiatan yang produktif dengan membandingkan biaya pemasukan dan biaya pengeluaran selama berlangsungnya kegiatan tersebut.

Biaya pemasukan dan pengeluaran yang dimaksud adalah biaya dalam setahun, BC Ratio adalah nilai penerimaan yang diperoleh dari setiap rupiah yang dikeluarkan. Hasil perhitungan BC Ratio akan memudahkan pengambilan keputusan dengan criteria sebagai berikut:

- a. Jika $BCR \geq 1$, maka proyek layak untuk dilaksanakan.
- b. Jika $BCR \leq 1$, maka proyek tidak layak dilaksanakan.

2.5.5. *Break Even Point (BEP)*

Analisa Break Event point merupakan istilah yang dipakai bila suatu perusahaan hanya mampu menutup biaya produksi dan biaya yang diperlukan dalam menjalankan kegiataanya. Dengan demikian, pengertian Break Even Poin (BEP) adalah suatu kegiatan dimana penghasilan atau penjualan hanya cukup untuk menutup biaya baik yang bersifat variable maupun bersifat tetap (Sigit, 1990).

Analisis Brek Even Point (BEP) merupakan analisa untuk mengetahui apakah produksi yang dibuat sudah mendatangkan keuntungan atau justru merugikan. BEP merupakan titik dimana posisi usaha berada dalam keadaan tidak untung atau rugi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2009 di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey pada sistem irigasi yang menggunakan sistem irigasi tetes bertenaga matahari, pengambilan data primer, serta pengambilan data sekunder yang ada di Kabupaten Pangkep.

Adapun parameter yang diamati yaitu:

1. Mencatat data lahan : iklim, jenis tanah, tekstur tanah, sumber air, debit air, dan jarak sumber air ke lahan, harga produksi tanaman.
2. Data sekunder mencakup : mencatat data ekonomis yang mencakup harga alat/mesin, biaya operasi dan perawatan, biaya tenaga kerja, dan biaya lain.

3.3 Analisis Data

1. Biaya tetap (FC)

- a. Biaya penyusutan dengan menggunakan persamaan :

$$Dt = (Po - NA) \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right) ((1+i)^{t-1}) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

Dimana :

D = Biaya Penyusutan (Rp/tahun)

Po = Harga Pembelian Alat / nilai awal (Rp)

NA = Nilai Akhir (Rp)

n = Nilai Ekonomis (Tahun)

i = suku bunga yang berlaku

b. Menghitung Pajak (Bp), dengan menggunakan persamaan:

$$Bp = Pp \times P \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

Bp = Biaya untuk pajak (Rp/tahun)

Pp = Persen Biaya Pajak (%/thn)

P = Harga Awal Alat (Rp)

a. Menghitung Bunga Modal, dengan menggunakan persamaan:

$$I = \frac{i(P)(N+1)}{2N} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

I = Bunga Modal (Rp/thn)

i = Tingkat Suku Bunga Bank (%/thn)

P = Harga awal alat (Rp)

N = Umur Ekonomis Alat (thn)

2. Biaya Tidak Tetap (VC)

a. Biaya Perawatan dan Perbaikan

$$Bpp = 25 \% \times Dn \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

Bpp = Biaya perawatan dan perbaikan

Dn = Biaya penyusutan pada tahun ke-n

b. Biaya Tenaga Kerja / Operator

$$BO = Btk \times Op \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

Bo = Biaya Operator (Rp/thn)

Btk = Biaya tenaga kerja (Rp/thn/org)

Op = Jumlah Operator (org)

HE = Jumlah Hari Kerja (hr/thn)

c. Menghitung Total Biaya

$$TC = FC + VC \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

TC = total biaya (Rp/thn)

FC = Biaya tetap (Rp/thn)

VC = biaya tidak tetap (Rp/thn)

d. Menghitung penerimaan

$$TR = Y \times Py \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

TR = Penerimaan (Rp/thn)

Y = Kapasitas produksi (buah/thn)

Py = Harga Jual (Rp)

3. Menghitung analisis kriteria investasi (NPV)

$$NVP = \sum_{i=0}^n Bpi - \sum_{i=0}^n Cpi \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

NPV = Net Present Value

Bpi = Hasil perkalian benefit dengan DF (suku bunga)

Cpi = hasil perkalian Cost dengan DF (suku bunga)

4. Menghitung Benefit Cost Ratio (BCR)

$$BCR = \frac{\sum_{i=0}^n Bpi}{\sum_{i=0}^n Cpi} \dots\dots\dots(11)$$

5. Menghitung Break Event Point (BEP)

$$Cf = PD \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

Cf = investasi awal (Rp)

PD = Pendapatan (Rp/thn)

i = Suku Bunga (%)

n = Tahun Break Event Point

6. Menghitung Pay Back Period (PBP), (Ati Harmoni, 2007).

$$PBP = \frac{Cf}{B} \dots\dots\dots(13)$$

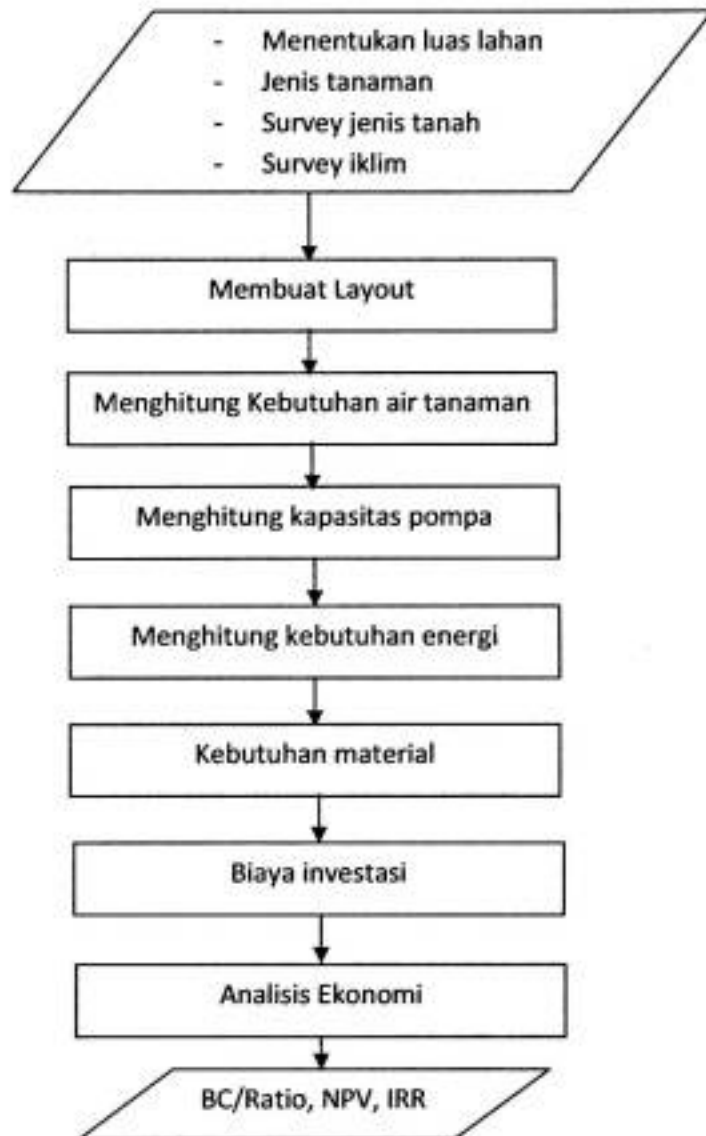
Dimana :

PBP = Pay Back Periode (thn)

Cf = Investasi Awal (Rp)

B = rata-rata keuntungan tahunan (Rp/thn)

3.4 Bagan Alir Penelitian



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi

Desa Allesipitto adalah salah satu kelurahan dari 10 desa/kelurahan yang ada di Kecamatan Ma'rang kabupaten Pangkep yang berjarak \pm 51 km dari Pangkep dengan luas wilayah 6,16 km² dari luas wilayah Kecamatan Ma'rang yang seluruhnya seluas 75,22 km². Desa ini terletak pada 4^o-5^o LU dan 4^o-5^o LS, serta 12^o-13^o BT dan 12^o-13^o BB dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Segeri Mandalle
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Barru
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Labakang
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Liukang Tupabiring

Keadaan topografi dan lahan pertanian di desa ini dominan merupakan daratan, sehingga penduduk umumnya mengusahakan pertanian tanah basah berupa sawah dan tambak. Selain padi yang merupakan penghasil utama, penghasil utama lainnya adalah perkebunan, perikanan dan peternakan. Sistem pengolahan pertanian terutama sawah yaitu sebagian besar adalah sawah tadah hujan seluas 175 ha sedangkan pengairan teknis hanya sebesar 60 ha.

Daerah ini memiliki dua musim yaitu musim hujan yang berlangsung dari bulan November sampai Maret dan musim kemarau yang berlangsung pada bulan April sampai Oktober.

4.2 Kondisi Lahan

Kondisi lahan di kecamatan Ma'rang, Kabupaten Pangkep setelah dilakukan pengambilan sampel tanah dan uji karakteristik tanahnya maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Distribusi ukuran partikel dan tekstur tanah di Kecamatan Ma'rang Kabupaten Pangkep.

Sifat Fisik Tanah	Persentase
Distribusi Ukuran Partikel	
Pasir	54,22 %
Debu	25,23 %
Liat	20,55 %
Bulk Density (gr/cm)	1,9
Particle density (gr/cm)	2,35
Porositas	49,0 %
Kapasitas Lapang	14%
Titik Layu Permanen	6%
Kadar Air	8,7%

Sumber : Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, 2009

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan maka hasil uji karakteristik yang menunjukkan persentase pasir yang ada di Kecamatan Ma'rang sebesar 54,22 %, debu 25,23 %, dan liat 20,55 % hal ini menunjukkan bahwa tekstur tanah yang dimilikinya termasuk tanah lempung liat berpasir, sehingga persentase pasir yang dikandungnya besar yang menimbulkan tanah sulit untuk menahan air dan unsur hara. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim *dkk* (1986), bahwa kebutuhan airnya sangat besar karena besarnya nilai porositas air yaitu kemampuan air untuk meresap ke dalam tanah sehingga tanahnya akan cepat mengering.

Nilai bulk density yang diperoleh berdasarkan pengamatan yaitu sebesar 1,9 gr/cm sedangkan nilai particle densitynya sebesar 2,35 gr/cm

dan kadar air yang dikandung di dalam tanah tersebut sebesar 8,7 % yang menunjukkan KA tanah tersebut rendah. Menurut Hardjowigeno (1995), nilai bulk density dan particle density merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin padat suatu tanah di suatu daerah makin tinggi nilai bulk densitynya, yang berarti tanah tersebut akan sulit meneruskan air atau sulit untuk ditembus akar, dimana kisaran nilainya adalah 2,65 gr/cm³ untuk particle density dan 1,1 gr/cm³ untuk nilai bulk density.

4.3 Layout Jaringan Irigasi Tetes

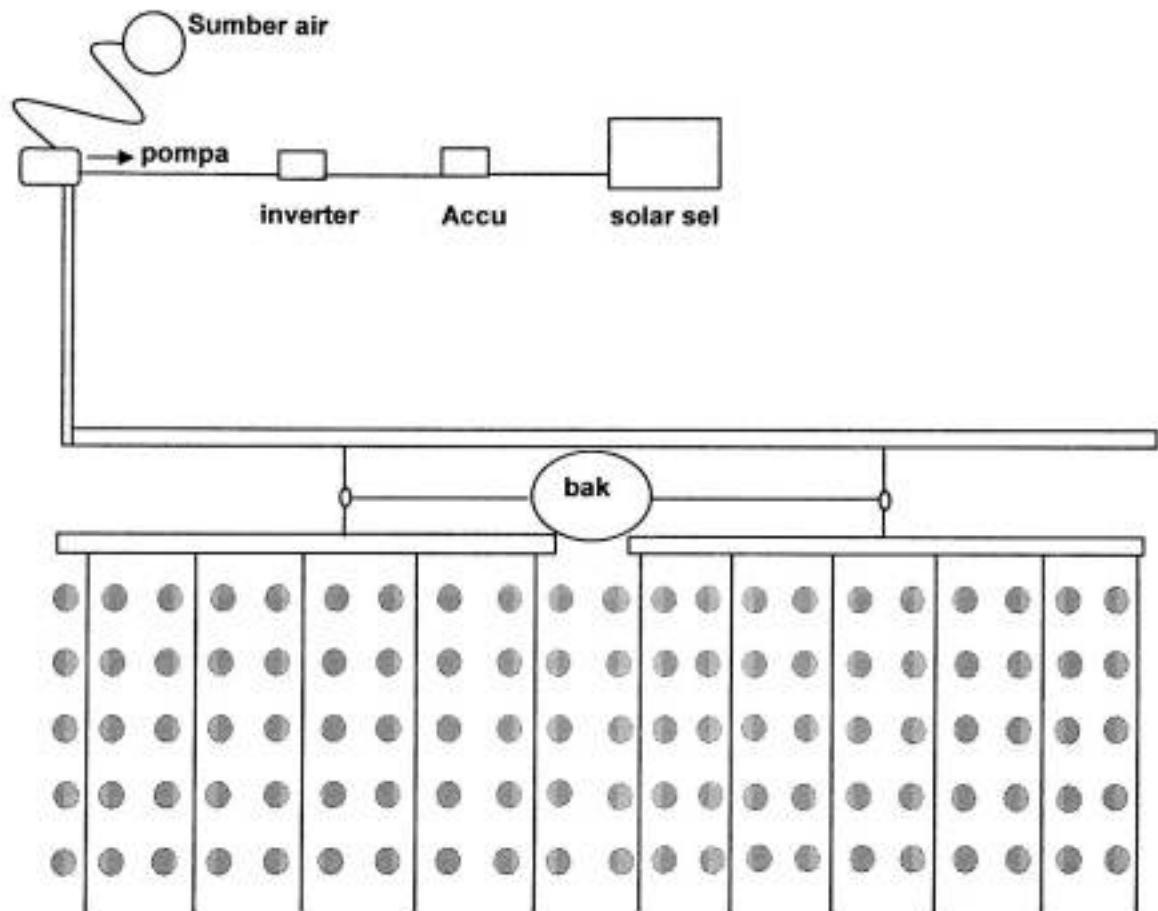
Sistem irigasi tetes ini terdiri atas pipa utama dengan ukuran diameternya 1 inci sepanjang 147 m, 2 buah sub pipa utama dengan diameter ¾ inci berukuran 66,5 m, dan 11 buah pipa lateral dengan ukuran masing-masing 31,5 m berdiameter ½ inci dan selang kecil penghubung emitter dengan pipa lateral. Peralatan lain yang mendukung jaringan ini adalah pompa dan bak penampung serta rangkaian solar sel.

Luas areal lahan jeruk besar (*citrus maxima merr*) ini adalah 4500 m² dengan jumlah pohon jeruk sebanyak 105 pohon. Jarak tanam antar pohon adalah 7 meter dan jarak alur tanamannya juga 7 meter. Setiap tanaman memiliki 4 penetes (emitter) dengan jarak antar emitter adalah 1 meter membentuk seperti bujur sangkar mengelilingi pohon jeruk sebagai titik tengah. Tinggi tower yang digunakan adalah 6 meter dan tinggi bak penampungan air (tangki) 1,5 meter dengan kapasitas 1000 liter sedangkan jarak pompa ke sumber air yaitu 15 meter.

Pada rangkaian solar sel, pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal dengan daya sebesar 110 Watt (Lampiran 7.2). Solar sel yang digunakan di sambungkan ke inverter dan aki, yang menghasilkan daya

sebesar 22,986 Watt dan energi dengan intensitas radiasi 874 W/m² sebesar 394,08 Watt dalam sehari yang memompa air sesuai dengan debit air yang dibutuhkan tanaman jeruk besar tersebut.

Adapun layout jaringan irigasi tetes ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Layout Jaringan Irigasi Tetes

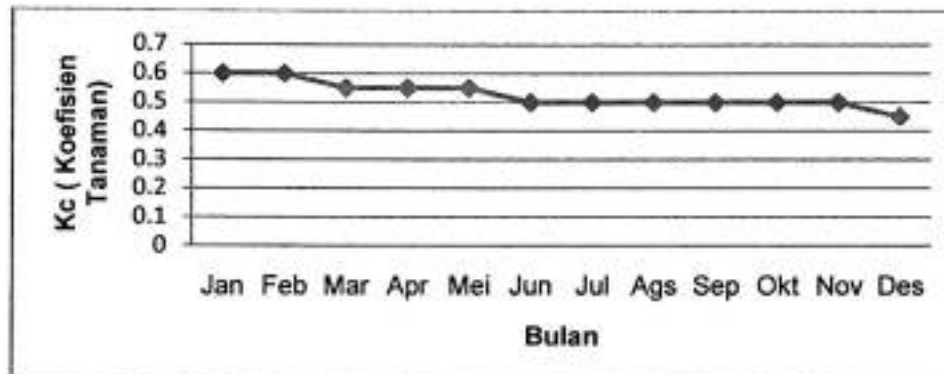
4.4 Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah jumlah air yang digunakan oleh tanaman untuk dapat tumbuh normal yang biasa disebut juga evapotranspirasi. Besarnya kebutuhan air pada tanaman sangat ditentukan oleh periode tumbuhnya.

Besarnya nilai evapotranspirasi tanaman yang terjadi sangat didukung oleh beberapa faktor misalnya keadaan iklim yang merupakan faktor

pendukung dan penentu dominan dan bervariasi menurut tempatnya. Oleh sebab itu, matahari merupakan karakteristik iklim sekitar lahan pertanian yang merupakan hal yang mutlak. Demikian pula dengan faktor-faktor lain seperti karakteristik tanah dan karakteristik vegetasi secara umum.

Rata-rata nilai Kc pada setiap fase pertumbuhan tanaman Jeruk Besar (*Citrus Maxima*, Merr)



Sumber : (Enjel Yevianti, 2001)

Gambar 2. Rata-Rata Nilai Kc pada Tanaman Jeruk Besar

Berdasarkan perhitungan kebutuhan air tanaman jeruk besar diperoleh nilai persentase kebasahan tanahnya sebesar 14,7 %, sedangkan nilai evapotranspirasi acuan (ET_o) tanaman yang diperoleh berdasarkan data station klimatologi Tabo-Tabo adalah sebesar 3,42 mm/hari. Berdasarkan hasil perhitungan nilai evapotranspirasi (E_tc) adalah 2,05 mm/hari sehingga kebutuhan air tanaman jeruk untuk setiap tanaman adalah 91,63 l/hari atau 3,82 l/jam, jadi untuk 105 tanaman pada lahan yang di irigi, air yang digunakan sebanyak 401 l/jam. Waktu operasi irigasi perhari dengan laju rata-rata emitter 2 l/jam adalah 3,8 jam/hari atau 228 menit perhari (Lampiran 6.6).

4.5 Kebutuhan Energi

Pada lahan yang akan di aliri air, pemberian air irigasi dilakukan sebanyak 2 kali sehingga debit yang dibutuhkan adalah 4810,5 liter. Sehingga banyaknya air yang dibutuhkan dalam waktu operasi selama 228 menit perhari yaitu $0,0003515 \text{ m}^3/\text{s}$.

Efisiensi pompa sentrifugal adalah 70 % dan tinggi kenaikan (total Head) pompa adalah 22,5 meter, maka daya yang dihasilkan pompa sebesar 110 Watt.

Daya solar sel yang dihasilkan sebesar 22,986 Watt dan energi dengan intensitas radiasi 874 W/m^2 sebesar 394,08 Watt (Lampiran 7.3) dengan menggunakan solar sel 100 Wp. Berdasarkan data klimatologi untuk Station Tabo-Tabo kabupaten Pangkep diperoleh data untuk lama penyinaran matahari selama 5 jam/hari.

4.6 Analisis Ekonomi

1. Biaya Investasi

Biaya investasi penggunaan solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes di Kabupaten Pangkep adalah sebesar Rp. 13.733.480,- untuk komponen biaya investasi dapat dilihat pada table 2 di bawah ini :

Table 2. Komponen biaya investasi Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes

No.	Komponen biaya	Jumlah
1	Harga alat	12.974.000
2	Biaya Pemasangan	500.000
3	Pajak	259.480
Total Biaya		13.733.480

Adapun rincian harga alat-alat dan umur ekonomis alat yang digunakan pada penggunaan solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes di Kabupaten Pangkep ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Daftar harga alat dan umur ekonomis alat pada penggunaan solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes di Kabupaten Pangkep.

No	Alat	Harga (Rp)	Umur Ekonomis Alat
1.	Pipa	3.184.000	8
2.	Selang	900.000	8
3.	Emitter	840.000	8
4.	Tangki Air	1.000.000	10
5.	Tower Tangki	1.000.000	10
6.	Pompa	1.300.000	10
7.	Solar Sel	4.750.000	10
	Jumlah	12.974.000	

2. Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang relatif tetap jumlahnya dan terus dikeluarkan walaupun produksi yang diperoleh banyak atau sedikit, jadi besarnya biaya tetap tidak tergantung pada besar kecilnya produksi yang diperoleh (Soekartawi, 1995).

Jumlah biaya tetap yang dikeluarkan untuk rangkaian irigasi tetes menggunakan solar sel dapat dilihat pada tabel 4. Biaya tetap ini mencakup biaya penyusutan, bunga modal, dan biaya pajak. Penyusutan dihitung dengan menggunakan *sinking fund method* dengan suku bunga sebesar 14 % (Data Bank BRI, 2009)

Biaya tetap yang dikeluarkan untuk rangkaian irigasi tetes menggunakan solar sel selama 10 tahun adalah Rp. 24.646.346,-

3. Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap atau biaya variabel adalah biaya yang besar kecilnya dipengaruhi oleh produksi yang diperoleh (Soekartawi, 1995). Biaya tidak tetap mencakup biaya perawatan dan perbaikan serta biaya tenaga kerja. Biaya perawatan dan perbaikan dihitung sebesar 25 % dari biaya penyusutan (Irwanto, 1984). Biaya tidak tetap untuk rangkaian irigasi tetes menggunakan solar sel sampai tahun ke-10 sebesar Rp. 236.481.618,-

4. Penerimaan dan Pendapatan

Penerimaan sebagai hasil perkalian produksi, upah buah jeruk besar dan harga jual, penerimaan yang diperoleh untuk penjualan buah jeruk sebesar Rp. 31.500.000,-/tahun (Lampiran 8.3). Pendapatan (Net

Benefit) sebagai hasil pengurangan antara penerimaan dan biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 53.872.036,-/10 tahun.

4.7 Analisis Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), Break Event Point (BEP) dan Payback Perode (PB)

1. Net Present Value (NPV)

Net present value (NPV) merupakan selisih antara present value dari benefit dan present value dari cost adalah suatu ukuran yang menggambarkan kemampuan suatu mesin/alat. Bila NPV positif maka mesin/alat tersebut dapat dikatakan menguntungkan dan bila NPV negatif maka mesin/alat tersebut dikatakan tidak menguntungkan. Dari persamaan (10) diperoleh nilai NPV Rp 28.201.051,- dengan diskon faktor 14 % sehingga dari hasil NPV yang diperoleh menunjukkan bahwa alat-alat tersebut layak untuk dikembangkan (Tabel 5).

2. Benefit Cost Ratio (BCR)

Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR) dari persamaan (11) diperoleh nilai sebesar 1,2 dimana $BCR > 1$ yang berarti menguntungkan sehingga penggunaan solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes ini layak untuk dikembangkan. Nilai BCR yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 5.

3. Break Event Point (BEP)

Break event point (BEP) atau titik impas merupakan waktu dimana proyek tidak mengalami keuntungan dan kerugian dihitung dengan menggunakan persamaan (12). Titik impas (BEP) terjadi saat seluruh alat berumur 0,4 tahun (Lampiran 9)

4. Payback Periode

Payback periode (PB) merupakan rasio antara investasi awal dengan rata-rata keuntungan tahunan. Payback periode menentukan lamanya waktu yang diperlukan untuk kembali modal investasi. Payback periode (PB) untuk solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes adalah 3,05 tahun (Lampiran 9)

Table 4. Analisis Ekonomi Penggunaan Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes Kecamatan Ma'rang, Kabupaten Pangkep

	tahun										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. investasi	13,733,480										
B. Biaya Tetap											
1. Penyusutan		709,557	808,896	922,142	1,051,241	1,198,416	1,366,195	1,557,462	1,775,509	1,068,761	1,218,387
2. Pajak		259,480	259,480	259,480	259,480	259,480	259,480	259,480	259,480	259,480	259,480
3. Bunga modal		1,037,498	1,037,498	1,037,498	1,037,498	1,037,498	1,037,498	1,037,498	1,037,498	1,037,498	1,037,498
Jumlah		2,006,535	2,105,874	2,219,120	2,348,219	2,495,394	2,663,173	2,854,440	3,072,487	2,365,739	2,515,365
C. Biaya Tidak Tetap											
1. Biaya Perawatan		177,386	202,221	230,533	262,808	299,600	341,547	389,363	443,875	267,189	304,596
2. Biaya Tenaga Kerja		10,860,000	10,860,000	10,860,000	10,860,000	10,860,000	10,860,000	10,860,000	10,860,000	10,860,000	10,860,000
3. Biaya Produksi		13,677,500	12,365,000	12,365,000	12,365,000	12,365,000	12,365,000	12,365,000	12,365,000	12,365,000	12,365,000
Jumlah		24,714,886	23,427,221	23,455,533	23,487,808	23,524,600	23,566,547	23,614,363	23,668,875	23,492,189	23,529,596
Biaya Total		26,721,421	25,533,095	25,674,653	25,836,027	26,019,994	26,229,720	26,468,803	26,741,362	25,857,928	26,044,961
Benefit		31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000
Net Benefit		4,778,579	5,966,905	5,825,347	5,663,973	5,480,006	5,270,280	5,031,197	4,758,638	5,642,072	5,455,039

Sumber : Data Primer Penelitian setelah Diolah, 2009

Tabel 5. Hasil Analisa NPV dan BCR Penggunaan Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes Kecamatan Ma'rang, Kabupaten Pangkep

Tahun	Benefit (Rp)	Cost (Rp)	DF (%)	Bpi (Rp)	Cpi (Rp)	Net (Bpi-Cpi) (Rp)
1	31,500,000	26,721,421	0.877193	27,631,579	23,439,843	4,191,736
2	31,500,000	25,533,095	0.769468	24,238,242	19,646,899	4,591,343
3	31,500,000	25,674,653	0.674972	21,261,618	17,329,671	3,931,947
4	31,500,000	25,836,027	0.59208	18,650,520	15,296,994	3,353,526
5	31,500,000	26,019,994	0.519369	16,360,123	13,513,978	2,846,145
6	31,500,000	26,229,720	0.455587	14,350,990	11,949,919	2,401,071
7	31,500,000	26,468,803	0.399637	12,588,565	10,577,913	2,010,652
8	31,500,000	26,741,362	0.350559	11,042,608	9,374,425	1,668,183
9	31,500,000	25,857,928	0.307508	9,686,502	7,951,519	1,734,983
10	31,500,000	26,044,961	0.269744	8,496,936	7,025,471	1,471,465
		jumlah		164,307,683	136,106,632	28,201,051

2

Dari Persamaan (10) diperoleh NPV sebesar :

$$NPV = Rp. 164,307,683 - Rp. 136,106,632 = Rp 28,201,051$$

Dari persamaan (11) diperoleh BCR sebesar :

$$BCR = \frac{Rp.164.307.683}{Rp.136.106.632} = 1,2$$

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR) sebesar 1,2 dimana $BCR > 1$ dan nilai NPV yang diperoleh bernilai positif yang berarti menguntungkan.
2. Penggunaan Solar sel sebagai energi pemompaan pada irigasi tetes layak untuk dikembangkan karena waktu pengembalian investasi (Pay Back Period) yang diperoleh lebih cepat dibandingkan dengan umur ekonomis alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim^a, 2009. Teknik Pemberian Air Irigasi. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publication/wr262041.pdf>. Diakses pada tanggal 14 November, 2009
- Anonim^b, <http://gusmahardika.wordpress.com/>. Diakses pada tanggal 14 November, 2009
- Anonim^c, <http://litbang.deptan.go.id/special/komoditas/b3jeruk>. Diakses pada tanggal 14 November, 2009
- Anonim^d, 2009. <http://id.wikipedia.org/wiki/Irigasi>. Diakses pada tanggal 20 Juli, 2009.
- Anonim^e, 2009. www.azetsurya.com/download.php?...INFORMASI%20UMUM%20PLTS. Diakses pada tanggal 20 Juli, 2009.
- Anonim^f, 2009. http://id.wikipedia.org/wiki/Sel_surya. Diakses pada tanggal 20 Juli, 2009.
- Asdak, C., 1995. *Hidrologi dan Pengolahan Aliran Sungai*. UGM Press. Yogyakarta.
- Davies A. J., 1974. *Irrigation*. Ministry of Agriculture, Fisheries and food, London.
- Doorenbos, J and W.O Pruitt., 1997. *Crop Water Requirement, Irrigation and Drainage*. Paper Vol.24.F.A.O.Rome.
- Fritz Dietsel, 1993. *Turbin, Pompa dan Kompresor*. Terjemahan Sriyono Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hansen, V.E., Israelsen, O.W., Stringham, G.E, Tachyan, E.P, Soetjipto. 1992. *Dasar-dasar dan praktek Irigasi*. Terjemahan. Erlangga, Jakarta
- Hicks dan Edwards, 1996. *Teknologi Pemakaian Pompa*. Terjemahan Zulkifli. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hillel, D., 1982. *Soil and Water Physical Principles and Process*. Academic Press, New York.
- Karmeli, D. and J. Keller, 1975. *Trickle Irrigation Design*. First Edition. Rain Bird, Sprinkler mfg. Corp., Glendora.



Keller, J. and R. D. bliesner, 1990. *Sprinkler and Trickle Irrigation*. Van Nostrand, New York.

Soewarno, 2000. *Hidrologi Operasional*. PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.

Sunarno, M.Eng., Ph.D., 2005. *Mekanikal Elektrikal*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.

Sularso dan Haruo Tahara, 2000. *Pompa dan Kompresor*, P.T. Paradnya Paramita, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rata-rata Nilai Evapotranspirasi Acuan (ET_o) pada station klimatologi Tabo-tabo Kabupaten Pangkep

Bulan	T Min °C	T Max °C	Kelembaban %	Kec. Angin Km/hari	LPM Jam	Radiasi MJ/m ² /hari	Eto mm/hari
Januari	25.4	29.6	96	23	3.5	13.8	2.93
Februari	24.3	28.4	96	31	2.3	12.6	2.67
Maret	23	30.7	95	21	4.8	16.9	3.55
April	24.4	32.2	93	25	4.6	16.5	3.57
Mei	24.9	32.2	93	23	5	16.4	3.54
Juni	23.5	31.9	94	18	5.3	16.3	3.44
Juli	26.4	31.7	93	17	5.3	16.5	3.58
Agustus	23.3	32.7	92	23	5.2	17	3.63
September	23.2	34.4	91	42	6.8	19.9	4.31
Oktober	23.5	33.7	90	34	6.7	19.4	4.16
November	23.7	31.5	94	20	4.3	15.1	3.2
Desember	24.8	29.4	95	23	1.9	11.2	2.42
Rata-rata	24.2	31.5	94	25	4.6	16	3.42

Sumber: Data Klimatologi Dinas Pekerjaan Umum Hidrologi Sulawesi Selatan, 2009

Lampiran 2. Sifat fisik beberapa jenis tanah

Tanah	Persentase Kadar Air yang tersedia			Kapasitas tangkap dengan volume	
	Fc	Wp	Available	mm/m	In/ft
Berpasir	9 (9-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	85 (70-100)	1,02 (0.84-1.20)
Lempung Berpasir	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	120 (90-150)	1,44 (1.08-1.20)
Lempung	22 (18-20)	10 (8-12)	12 (10-14)	170 (140-190)	2,04 (1.64-2.64)
Lempung berliat	27 (25-31)	13 (11-15)	14 (14-16)	190 (170-220)	2,28 (2.04-2.64)
Liat	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	230 (200-250)	2,76 (2.04-3.00)

Sumber : Vermeiren dan Jobling (1980)

Lampiran 3 : Nilai Manajemen defisit yang diizinkan (MAD), untuk berbagai jenis tanaman.

MAD %	Tanaman dan kedalaman akar
25 - 40	Buah dan sayuran bernilai tinggi, berakar dangkal
40 - 50	Kebun buah tanaman biji, Tanaman berakar sedang
50	Tanaman berakar dalam

Sumber : Keller dan Bliesner (1990)

Lampiran 4 : Keseragaman emisi (EU) yang disarankan.

Tipe emitter	Topografi	EU (%)
<i>Point source</i> pada tanaman permanen	Seragam	90 - 95
	Bergelombang	85 - 95
<i>Point source</i> pada tanaman permanen atau semi permanen	Seragam	85 - 90
	Bergelombang	80 - 90
<i>Line source</i> pada tanaman tahunan dalam baris	Seragam	80 - 90
	Bergelombang	70 - 85

Sumber : A. Prastowo, 2007

Lampiran 5 : Rata-rata pengukuran pada pembangkit tenaga surya

Hari Ke-	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (Volts)	Arus Listrik (Amp)
1	843	22.03	0.35
2	930	25.09	1.17
3	910	25.64	0.97
4	922	25.77	0.76
5	875	25.64	1.07
6	852	24.12	1.30
7	788	23.51	0.67
<i>Rata-rata</i>	874	25.54	0.90

Sumber : Data Primer setelah diolah, 2009

Lampiran 6. Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman

Dik:

Eto	= 3,42
Kc	= 0,6
Pd	= 80%
ECe	= 8 dS/m
Sp	= 7 m
Sr	= 7 m
Np	= 4
qa	= 2 liter/jam
αq	= 0,08

1. Persentase Kebasahan Tanah (P)

$$\begin{aligned} P &= \frac{Np \cdot Se \cdot w}{Sr \cdot Sp} \times 100\% \\ &= \frac{4 \cdot 1,1,8}{7 \cdot 7} \times 100\% \\ &= 14,7\% \end{aligned}$$

2. Perhitungan Evapotranspirasi

$$\begin{aligned} Etc &= ETo \times Kc \\ &= 3,42 \times 0,6 \\ &= 2,05 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

3. Transpirasi harian periode puncak

$$\begin{aligned} Td &= Ud (0,1 (Pd)^{0,5}) \\ Ud &= Eto \times Kc = 2,05 \text{ mm/hari} \\ Pd &= 80\% \end{aligned}$$

$$Td = 2,05 \left[0,1 \left(\sqrt{80} \right) \right]$$

$$Td = 1,8 \text{ mm/hari}$$

4. Efisiensi Distribusi (E_d)

$$E_d = 100 \left(1 - \frac{\sigma q}{qa} \right)$$

$$= 100 \left(1 - 0,08 / 2 \right)$$

$$= 96 \%$$

5. Kedalaman irigasi bruto (d)

$$d = 100 \frac{dn}{E_d}$$

$$= 100 \times 1,8 / 96$$

$$= 1,875 \text{ mm}$$

$$= 0,00187 \text{ m}$$

6. Kebutuhan air pertanaman

$$G = K \left(d / f' \right) S_p \times S_r$$

$$= 1,0 \left(0,00187 / 1 \text{ hari} \right) \times 7 \times 7$$

$$= 0,09163 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$= 91,63 \text{ l / hari}$$

$$= 3,82 \text{ l / jam}$$

Jadi, jumlah air yang digunakan/hari = Kebutuhan air pertanaman x jumlah
tanaman

$$= 91,63 \text{ l/hari} \times 105 \text{ tanaman}$$

$$= 9621,15 \text{ liter/hari}$$

$$= 401 \text{ liter/jam}$$

7. Menghitung waktu operasi

$$T_a = \frac{G}{N_p \times q_w}$$

$$T_a = \frac{91,63}{4 \times 2}$$

$$T_a = 3,8 \text{ jam / hari}$$

Waktu operasi irigasi perhari adalah 3,8 jam perhari atau 228 menit perhari.

Lampiran 7. Perhitungan Kebutuhan Energi

1. Pemberian irigasi dibagi sebanyak 2 kali pada satu lahan. Jadi, debit yang diperlukan yaitu $9621,15 \text{ liter} / 2 = 4810,5 \text{ liter}$

$$\text{Jadi } Q = \frac{\text{jumlah air yang diperlukan}}{\text{waktu operasi}} = \frac{4810,5}{228}$$

$$Q = 21,09 \text{ liter/menit}$$

$$= 0,3515 \text{ liter/dtk}$$

$$= 0,0003515 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Daya Pompa

- Energi yang diperlukan oleh sumber tenaga terhadap pompa adalah :

Dik :

$$\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m / s}^2$$

$$H = 22,5 \text{ m}$$

$$Q = 0,0003515 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Eff} = 70 \%$$

$$\begin{aligned}
 P_v &= \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \\
 &= 1000 \cdot 9,8 \cdot 22,5 \cdot 0,0003515 \\
 &= 77,50 \text{ kg m}^2 / \text{s}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= P_v / \text{Eff} \\
 &= 77,50 / 70\% \\
 &= 110 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Daya yang dihasilkan pompa sebesar 110 watt per jam, jadi daya untuk waktu operasi 3,8 jam/hari adalah

$$\begin{aligned}
 &= 110 \times 3,8 \\
 &= 418 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

3. Energi Solar sel

Dik : Radiasi = 874 W/m²

Tegangan = 25,54 Volt

Arus Listrik = 0,90 Ampere

Dimensi = 835 x 540 x 35 mm

Daya yang dihasilkan oleh solar sel adalah $P = V \times I$

$$= 25,54 \times 0,90$$

$$= 22,986 \text{ Watt}$$

Maka $E = I_r \times A$

$$= 874 \text{ W/m}^2 \times (0,835 \text{ m} \times 0,54 \text{ m})$$

$$= 394,08 \text{ Watt}$$

Lampiran 8. Analisis Ekonomi Penggunaan Solar Sel sebagai Energi Pemompaan pada Irigasi Tetes

Upah tenaga kerja	= Rp. 905.000/org (UMR Sul-sel, 2009)
Jumlah tenaga kerja	= 1 orang
Suku bunga bank	= 14 % (suku bunga BRI Pertanian, 2009)
Harga jeruk besar	= Rp. 2.000/kg
Hasil produksi	= 150 kg/phn/tahun

A. Perhitungan Biaya

1. Biaya Tetap (FC)

a. Biaya Penyusutan

$$Dt = (Po - NA) \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right) \left((1+i)^{t-1} \right)$$

1). Penyusutan Pipa

Diketahui :

$$Po = \text{Rp. } 3.184.000$$

$$NA = 10\% (\text{Rp. } 3.184.000) = \text{Rp. } 318.400$$

$$N = 8 \text{ tahun}$$

$$i = 14 \%$$

$$D_1 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1+0,14)^8 - 1} \right) \left((1+0,14)^{1-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 216.553$$

$$D_2 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1+0,14)^8 - 1} \right) \left((1+0,14)^{2-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 246.870$$

$$D_3 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^3 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{3-1})$$

$$= \text{Rp. 281.432}$$

$$D_4 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^4 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{4-1})$$

$$= \text{Rp. 320.833}$$

$$D_5 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^5 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{5-1})$$

$$= \text{Rp. 365.750}$$

$$D_6 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^6 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{6-1})$$

$$= \text{Rp. 416.955}$$

$$D_7 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^7 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{7-1})$$

$$= \text{Rp. 475.328}$$

$$D_8 = (3.184.000 - 318.400) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{8-1})$$

$$= \text{Rp. 541.874}$$

2). Penyusutan Selang

Diketahui :

$$P_0 = \text{Rp. 900.000}$$

$$NA = 10\% (\text{Rp. 900.000}) = \text{Rp. 90.000}$$

$$N = 8 \text{ tahun}$$

$$i = 14\%$$

$$D_1 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{7-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 61.211}$$

$$D_2 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{2-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 69.781}$$

$$D_3 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{3-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 79.550}$$

$$D_4 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{4-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 90.687}$$

$$D_5 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{5-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 103.384}$$

$$D_6 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{6-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 117.857}$$

$$D_7 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{7-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 134.358}$$

$$D_8 = (900.000 - 90.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{8-1} \right)$$

$$= \text{Rp. 153.168}$$

3). Penyusutan Emiter

Diketahui :

$$P_0 = \text{Rp. } 840.000$$

$$NA = 10\% (\text{Rp. } 840.000) = \text{Rp. } 84.000$$

$$N = 8 \text{ tahun}$$

$$i = 14 \%$$

$$D_1 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{1-1})$$
$$= \text{Rp. } 57.130$$

$$D_2 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{2-1})$$
$$= \text{Rp. } 65.129$$

$$D_3 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{3-1})$$
$$= \text{Rp. } 74.247$$

$$D_4 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{4-1})$$
$$= \text{Rp. } 84.641$$

$$D_5 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{5-1})$$
$$= \text{Rp. } 96.491$$

$$D_6 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) ((1 + 0,14)^{6-1})$$
$$= \text{Rp. } 110.000$$

$$D_7 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{7-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 125.400$$

$$D_8 = (840.000 - 84.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^8 - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{8-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 142.956$$

4). Penyusutan Tangki

Diketahui :

$$P_0 = \text{Rp. } 1.000.000$$

$$NA = 10\% (\text{Rp. } 1.000.000) = \text{Rp. } 100.000$$

$$N = 10 \text{ tahun}$$

$$i = 14 \%$$

$$D_1 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{1-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 46.542$$

$$D_2 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{2-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 53.058$$

$$D_3 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{3-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 60.486$$

$$D_4 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{4-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 68.954$$

$$D_5 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{5-1})$$

$$= \text{Rp. 78.607}$$

$$D_6 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{6-1})$$

$$= \text{Rp. 89.613}$$

$$D_7 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{7-1})$$

$$= \text{Rp. 102.158}$$

$$D_8 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{8-1})$$

$$= \text{Rp. 116.461}$$

$$D_9 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{9-1})$$

$$= \text{Rp. 132.765}$$

$$D_{10} = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{10-1})$$

$$= \text{Rp. 151.352}$$

5). Penyusutan Tower

Diketahui :

$$P_0 = \text{Rp. 1.000.000}$$

$$NA = 10\% (\text{Rp. 1.000.000}) = \text{Rp. 100.000}$$

$$N = 10 \text{ tahun}$$

$$i = 14 \%$$

$$D_1 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{1-1})$$

$$= \text{Rp. 46.542}$$

$$D_2 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{2-1})$$

$$= \text{Rp. 53.058}$$

$$D_3 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{3-1})$$

$$= \text{Rp. 60.486}$$

$$D_4 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{4-1})$$

$$= \text{Rp. 68.954}$$

$$D_5 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{5-1})$$

$$= \text{Rp. 78.607}$$

$$D_6 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{6-1})$$

$$= \text{Rp. 89.613}$$

$$D_7 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{7-1})$$

$$= \text{Rp. 102.158}$$

$$D_8 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{8-1})$$

$$= \text{Rp. 116.461}$$

$$D_9 = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{9-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 132.765$$

$$D_{10} = (1.000.000 - 100.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{10-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 151.352$$

6). Penyusutan Tangki

Diketahui :

$$P_0 = \text{Rp. } 1.300.000$$

$$NA = 10\% (\text{Rp. } 1.300.000) = \text{Rp. } 130.000$$

$$N = 10 \text{ tahun}$$

$$i = 14 \%$$

$$D_1 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{1-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 60.504$$

$$D_2 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{2-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 68.975$$

$$D_3 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{3-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 78.632$$

$$D_4 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{4-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 89.640$$

$$D_5 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{5-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 102.190$$

$$D_6 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{6-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 116.496$$

$$D_7 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{7-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 132.806$$

$$D_8 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{8-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 151.399$$

$$D_9 = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{9-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 172.595$$

$$D_{10} = (1.300.000 - 130.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) \left((1 + 0,14)^{10-1} \right)$$

$$= \text{Rp. } 196.758$$

7). Penyusutan Solar Sel

Diketahui :

$$P_0 = \text{Rp. } 4.750.000$$

$$NA = 10\% (\text{Rp. } 4.750.000) = \text{Rp. } 475.000$$

$$N = 10 \text{ tahun}$$

$$i = 14 \%$$

$$D_1 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{1-1})$$
$$= \text{Rp. 221.075}$$

$$D_2 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{2-1})$$
$$= \text{Rp. 252.025}$$

$$D_3 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{3-1})$$
$$= \text{Rp. 287.309}$$

$$D_4 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{4-1})$$
$$= \text{Rp. 327.532}$$

$$D_5 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{5-1})$$
$$= \text{Rp. 373.387}$$

$$D_6 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{6-1})$$
$$= \text{Rp. 425.661}$$

$$D_7 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{7-1})$$
$$= \text{Rp. 485.254}$$

$$D_8 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{8-1})$$
$$= \text{Rp. 553.190}$$

$$D_9 = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{9-1})$$

$$= \text{Rp. } 630.636$$

$$D_{10} = (4.750.000 - 475.000) \left(\frac{0,14}{(1 + 0,14)^{10} - 1} \right) ((1 + 0,14)^{10-1})$$

$$= \text{Rp. } 718.925$$

b. Biaya Pajak

Biaya Pajak untuk alat/mesin pertanian sebesar 2% dari harga alat.

$$B_p = 2\% \times \text{Rp. } 12.974.000$$

$$= \text{Rp. } 259.480/\text{tahun}$$

c. Bunga Modal

Bunga modal dihitung dengan persamaan :

Diketahui :

$$i = 14 \%$$

$$P = \text{Rp. } 13.474.000$$

$$N = 10 \text{ tahun}$$

$$I = \frac{i(P)(N+1)}{2N}$$

$$I = \frac{0,14(\text{Rp. } 13.474.000)(10+1)}{2 \times 10}$$

$$= \text{Rp } 1.037.498 / \text{tahun}$$

2. Biaya Tidak Tetap (VC)

a. Biaya Perawatan dan Perbaikan

$$\text{Bpp} = 25 \% \times \text{D}$$

1). Perawatan dan Perbaikan Pipa

$$\text{Tahun 1} = (25\% \times \text{Rp. } 216.553) = \text{Rp. } 54.138$$

$$\text{Tahun 2} = (25\% \times \text{Rp. } 246.870) = \text{Rp. } 61.717$$

$$\text{Tahun 3} = (25\% \times \text{Rp. } 281.432) = \text{Rp. } 70.358$$

$$\text{Tahun 4} = (25\% \times \text{Rp. } 320.833) = \text{Rp. } 80.208$$

$$\text{Tahun 5} = (25\% \times \text{Rp. } 365.750) = \text{Rp. } 91.437$$

$$\text{Tahun 6} = (25\% \times \text{Rp. } 416.955) = \text{Rp. } 104.238$$

$$\text{Tahun 7} = (25\% \times \text{Rp. } 475.328) = \text{Rp. } 118.832$$

$$\text{Tahun 8} = (25 \% \times \text{Rp } 541.874) = \text{Rp. } 135.468$$

2). Perawatan dan Perbaikan Selang

$$\text{Tahun 1} = (25\% \times \text{Rp. } 61.211) = \text{Rp. } 15.302$$

$$\text{Tahun 2} = (25\% \times \text{Rp. } 69.781) = \text{Rp. } 17.445$$

$$\text{Tahun 3} = (25\% \times \text{Rp. } 79.550) = \text{Rp. } 19.887$$

$$\text{Tahun 4} = (25\% \times \text{Rp. } 90.687) = \text{Rp. } 22.671$$

$$\text{Tahun 5} = (25\% \times \text{Rp. } 103.384) = \text{Rp. } 25.846$$

$$\text{Tahun 6} = (25\% \times \text{Rp. } 117.857) = \text{Rp. } 29.464$$

$$\text{Tahun 7} = (25\% \times \text{Rp. } 134.358) = \text{Rp. } 33.589$$

$$\text{Tahun 8} = (25 \% \times \text{Rp } 153.168) = \text{Rp. } 38.292$$

3). Perawatan dan Perbaikan Emiter

$$\text{Tahun 1} = (25\% \times \text{Rp. } 57.130) = \text{Rp. } 14.282$$

$$\text{Tahun 2} = (25\% \times \text{Rp. } 65.129) = \text{Rp. } 16.282$$

$$\text{Tahun 3} = (25\% \times \text{Rp. } 74.247) = \text{Rp. } 18.561$$

$$\text{Tahun 4} = (25\% \times \text{Rp. } 84.641) = \text{Rp. } 21.160$$

$$\text{Tahun 5} = (25\% \times \text{Rp. } 96.491) = \text{Rp. } 24.122$$

$$\text{Tahun 6} = (25\% \times \text{Rp. } 110.000) = \text{Rp. } 27.500$$

$$\text{Tahun 7} = (25\% \times \text{Rp. } 125.400) = \text{Rp. } 31.350$$

$$\text{Tahun 8} = (25\% \times \text{Rp. } 142.956) = \text{Rp. } 35.739$$

4). Perawatan dan Perbaikan Tangki

$$\text{Tahun 1} = (25\% \times \text{Rp. } 46.542) = \text{Rp. } 11.635$$

$$\text{Tahun 2} = (25\% \times \text{Rp. } 53.058) = \text{Rp. } 13.264$$

$$\text{Tahun 3} = (25\% \times \text{Rp. } 60.486) = \text{Rp. } 15.121$$

$$\text{Tahun 4} = (25\% \times \text{Rp. } 68.954) = \text{Rp. } 17.238$$

$$\text{Tahun 5} = (25\% \times \text{Rp. } 78.607) = \text{Rp. } 19.651$$

$$\text{Tahun 6} = (25\% \times \text{Rp. } 89.613) = \text{Rp. } 22.403$$

$$\text{Tahun 7} = (25\% \times \text{Rp. } 102.158) = \text{Rp. } 25.539$$

$$\text{Tahun 8} = (25\% \times \text{Rp. } 116.461) = \text{Rp. } 29.115$$

$$\text{Tahun 9} = (25\% \times \text{Rp. } 132.765) = \text{Rp. } 33.191$$

$$\text{Tahun 10} = (25\% \times \text{Rp. } 151.352) = \text{Rp. } 37.838$$

5). Perawatan dan Perbaikan Tower

$$\text{Tahun 1} = (25\% \times \text{Rp. } 46.542) = \text{Rp. } 11.635$$

$$\text{Tahun 2} = (25\% \times \text{Rp. } 53.058) = \text{Rp. } 13.264$$

$$\text{Tahun 3} = (25\% \times \text{Rp. } 60.486) = \text{Rp. } 15.121$$

$$\text{Tahun 4} = (25\% \times \text{Rp. } 68.954) = \text{Rp. } 17.238$$

$$\text{Tahun 5} = (25\% \times \text{Rp. } 78.607) = \text{Rp. } 19.651$$

$$\text{Tahun 6} = (25\% \times \text{Rp. } 89.613) = \text{Rp. } 22.403$$

$$\text{Tahun 7} = (25\% \times \text{Rp. } 102.158) = \text{Rp. } 25.539$$

$$\text{Tahun 8} = (25\% \times \text{Rp. } 116.461) = \text{Rp. } 29.115$$

$$\text{Tahun 9} = (25 \% \times \text{Rp } 132.765) = \text{Rp. } 33.191$$

$$\text{Tahun 10} = (25 \% \times \text{Rp } 151.352) = \text{Rp. } 37.838$$

6). Perawatan dan Perbaikan Pompa

$$\text{Tahun 1} = (25\% \times \text{Rp. } 60.504) = \text{Rp. } 15.126$$

$$\text{Tahun 2} = (25\% \times \text{Rp. } 68.975) = \text{Rp. } 17.243$$

$$\text{Tahun 3} = (25\% \times \text{Rp. } 78.632) = \text{Rp. } 19.658$$

$$\text{Tahun 4} = (25\% \times \text{Rp. } 89.640) = \text{Rp. } 22.410$$

$$\text{Tahun 5} = (25\% \times \text{Rp. } 102.190) = \text{Rp. } 25.547$$

$$\text{Tahun 6} = (25\% \times \text{Rp. } 116.496) = \text{Rp. } 29.124$$

$$\text{Tahun 7} = (25\% \times \text{Rp. } 132.806) = \text{Rp. } 33.201$$

$$\text{Tahun 8} = (25 \% \times \text{Rp } 151.399) = \text{Rp. } 37.849$$

$$\text{Tahun 9} = (25 \% \times \text{Rp } 172.595) = \text{Rp. } 43.148$$

$$\text{Tahun 10} = (25 \% \times \text{Rp } 196.758) = \text{Rp. } 49.189$$

7). Perawatan dan Perbaikan Solar Sel

$$\text{Tahun 1} = (25\% \times \text{Rp. } 221.075) = \text{Rp. } 55.268$$

$$\text{Tahun 2} = (25\% \times \text{Rp. } 252.025) = \text{Rp. } 63.006$$

$$\text{Tahun 3} = (25\% \times \text{Rp. } 287.309) = \text{Rp. } 71.827$$

$$\text{Tahun 4} = (25\% \times \text{Rp. } 327.532) = \text{Rp. } 81.883$$

$$\text{Tahun 5} = (25\% \times \text{Rp. } 373.387) = \text{Rp. } 93.346$$

$$\text{Tahun 6} = (25\% \times \text{Rp. } 425.661) = \text{Rp. } 106.415$$

$$\text{Tahun 7} = (25\% \times \text{Rp. } 485.254) = \text{Rp. } 121.313$$

$$\text{Tahun 8} = (25 \% \times \text{Rp } 553.190) = \text{Rp. } 138.297$$

$$\text{Tahun 9} = (25 \% \times \text{Rp } 630.636) = \text{Rp. } 157.659$$

$$\text{Tahun 10} = (25 \% \times \text{Rp } 718.925) = \text{Rp. } 179.731$$

b. Biaya Tenaga Kerja

$$BO = Btk \times Op$$

$$Btk = \text{Rp. } 905.000/\text{tahun}$$

$$Op = 1 \text{ orang}$$

$$BO = \text{Rp. } 905.000 \times 1 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp. } 10.860.000/\text{tahun}$$

3. Penerimaan

$$TR = Y \times Py$$

$$\text{Dik : } PY = \text{Rp. } 2.000 / \text{kg}$$

$$Y = 150 \text{ kg/pohon/tahun} \longrightarrow \text{untuk } 105 \text{ pohon jeruk besar maka:}$$

$$Y = 150 \times 105 \text{ pohon}$$

$$= 15750 \text{ kg / tahun}$$

$$TR = 15750 \times \text{Rp. } 2.000$$

$$TR = \text{Rp. } 31.500.000/\text{tahun}$$

Lampiran 9. Perhitungan Analisa Break Event Point dan PayBack Periode

1. Break Event Point Penggunaan Solar Sebagai Energy Permompaan Pada Irigasi Tetes

Diketahui :

$$Cf = \text{Rp. } 13.733.480$$

$$PD = \text{Rp. } 31.500.000$$

$$i = 14 \%$$

ditanyakan $n = \dots ?$

$$Cf = PD \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$13.733.480 = 31.500.000 \frac{((1 + 0,14)^n - 1)}{0,14(1 + 0,14)^n}$$

$$n = 0,4 \text{ tahun}$$

2. PayBack Periode Penggunaan Solar Sebagai Energy Permompaan Pada Irigasi Tetes

Diketahui :

$$Cf = \text{Rp. } 13.733.480$$

$$B = \text{Rp. } 4.489.336$$

$$PBP = \frac{Cf}{B}$$

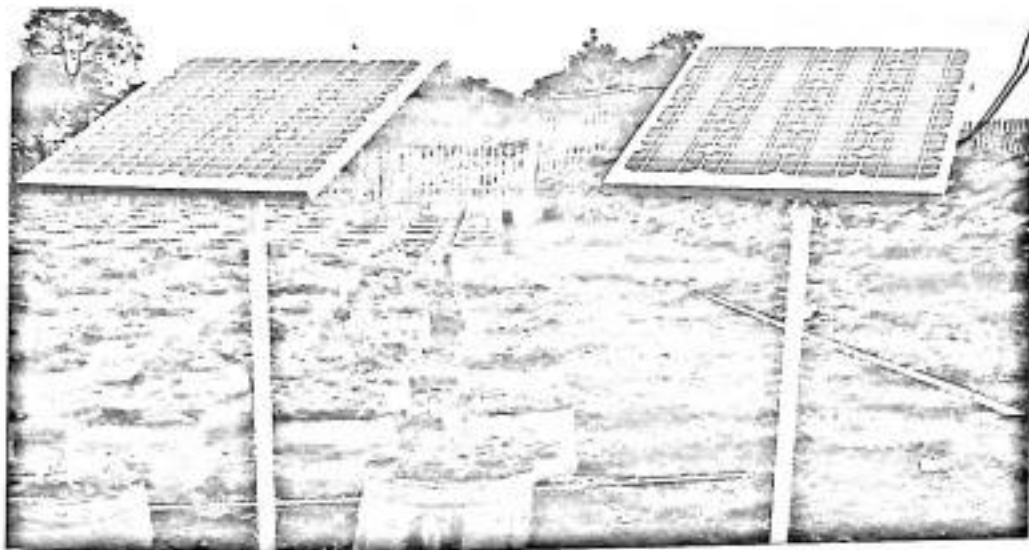
$$= \frac{\text{Rp. } 13.733.480}{\text{Rp. } 4.489.336}$$

$$= 3,05 \text{ tahun}$$

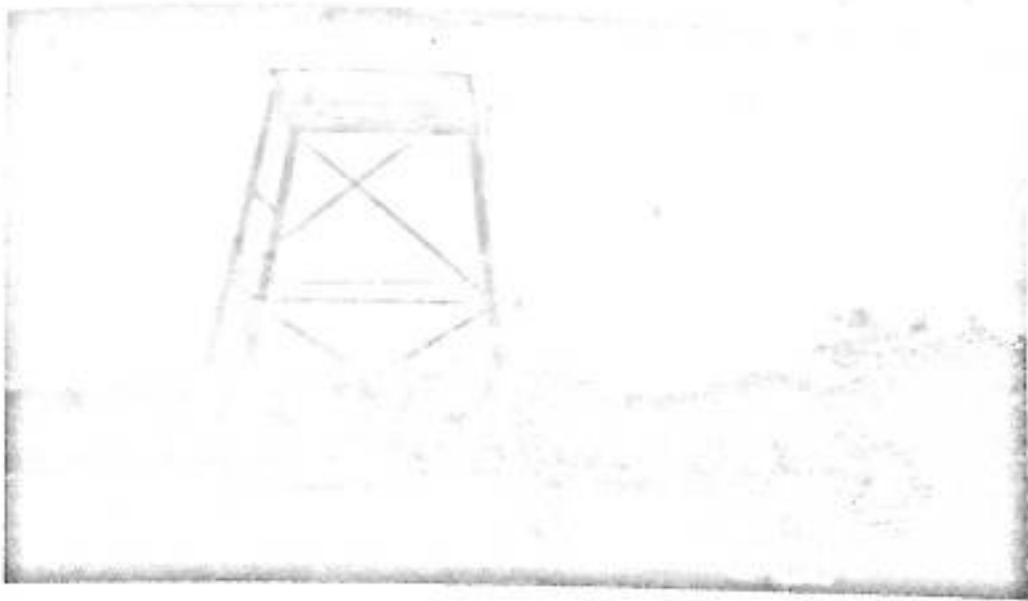
Lampiran 10. Dokumentasi



Gambar 3. Pipa Sub Utama dan Pipa Lateral



Gambar 4. Solar Sel



Gambar 5. Tower dan Bak Penampungan Air



Gambar 6. Emiter (Penetes)