



**Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Galuh**

JURNAL

**MAHASISWA
MESIN
GALUH**

JMMG

**VOL.1, NO.1
(2023)**



JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol.1, No.1 (2023)

RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK MENGGUNAKAN SOLAR CELL 50WP Gozin, Zenal Abidin, Ade Herdiana	1 - 17
PERBANDINGAN ALAT MESIN PENYIANG GULMA PADI (POWER WEEDER) DENGAN MENGGUNAKAN TANGAN KELOMPOK TANI SADAR BAKTI 3 DESA BANTARKALONG Alfin Emutana, Tia Setiawan, Zaenal Abidin	18 - 33
PEMBUATAN MESIN SPOT WELDING PORTABLE UNTUK SKALA LAB Yuda Pratama, Heris Syamsuri, Irna Sari Maulani	34 - 40
PENGUJIAN POMPA HIDRAM UNTUK PERAIRAN PERSAWAHAN DI DESA JATISARI DENGAN UKURAN POMPA 4 IN Muhamad Rapi, Tia Setiawan, Slamet Riyadi	41 - 49
PERANCANGAN MESIN BOR BIOPORI MENGGUNAKAN METODE PEGAS UNTUK RESAPAN AIR DENGAN KEDALAMAN 80CM Iqbal Ramdhani, Slamet Riyadi, Heris Syamsuri	50 - 58
PERANCANGAN MESIN PENGADUK BAHAN BAGLOG JAMUR TIRAM KAPASITAS 20KG Riza Taufiq Firmansyah, Ade Herdiana, Edi Sukmara	59 - 67



JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol.1, No.1 (2023)

Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh (JMMG) dikelola oleh Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh. Jurnal ilmiah di bidang teknologi tepat guna dan terapannya terbit 2 kali dalam setahun, yaitu bulan Januari dan Juli.

Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Teknik Mesin
Ir. Slamet Riyadi, S.T., M.T.

Pimpinan Redaksi : Irna Sari Maulani, S.Si., M.T.

Mitra Bestari : 1. Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)

2. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)

3. Ir. Engkos Koswara, M.T.
(Universitas ajalengka)

4. Nia Nuraeni Suryaman
(Universitas Widyatama)

5. Heris Syamsuri, S.T., M.T.
(Universitas Galuh Ciamis)

Redaksi Pelaksana : 1. Ir. Ade Herdiana, S.T., M.T.

2. Ir. Tia Setiawan, S.T., M.T.

3. Ir. Slamet Riyadi, S.T., M.T.

SEKERTARIAT REDAKSI

JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH
(JMMG)

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Galuh Jln. RE. Martadinata No 150 Ciamis

Email: mesin.galuh@gmail.com

Website: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jmg>



JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol.1, No.1 (2023)

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kepada Allah SWT selalu kami panjatkan, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh Volume 1, Nomor 1, Februari 2023 bisa diterbitkan secara elektronik (E-Jurnal) dengan 6 artikel. Jurnal ini diterbitkan sebagai wahana sosialisasi dan diseminasi hasil penelitian bagi kalangan akademisi maupun masyarakat luas, pada bidang teknologi tepat guna dan terapannya. Bidang kajian yang dicakup dalam jurnal ilmiah adalah teknologi tepat guna yang dipalikhaskan dari ilmu pemesinan seperti konstruksi, metalurgi, konversi energy dan ilmu terapan lainnya.

Penyebarluasan informasi terhadap hasil-hasil penelitian tersebut dapat disampaikan melalui publikasi atau Jurnal ilmiah yang diwadahi dalam Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh diterbitkan oleh Program Studi Teknik Mesin merupakan salah satu sarana dan wadah bagi para peneliti untuk dapat mendiseminasikan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan serta sekaligus juga bisa sebagai sarana untuk meningkatkan profesionalitas.

Pada edisi kesatu nomor satu ini, JMMG menyajikan 6 (enam) buah artikel yang bervariasi mulai dari pemesinan, metalurgi dan konversi energy, keberagaman konten tersebut menunjukkan bahwa terapan teknologi di masyarakat sangat luas dan terbuka berbagai peluang penelitian terkait.

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas Jurnal, kami akan terus berupaya untuk lebih baik. Oleh sebab itu, masukan dan saran dari semua pihak sangat diharapkan agar ke depan Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh (JMMG) bisa lebih baik lagi. Hal ini memberikan semangat bagi kami untuk terus mengelola jurnal ini agar dapat terus terbit dan terus meningkat kualitasnya. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terbitnya Jurnal ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan petunjuk kepada kita semua, dan semoga kita dapat berkarya lebih baik lagi di masa yang akan datang, Amin.

REDAKSI

RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK MENGGUNAKAN SOLAR CELL 50 WP

Gozin ¹⁾, Zenal Abidin ²⁾, Ade Herdiana ³⁾

^(1,2,3) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Email: gozin@gmail.com, zenal.abidin1682@gmail.com, adethemox@gmail.com

Abstract

In the process of designing and building a hydroponic system using a 50 wp solar cell, a production time analysis is required which aims to find out more efficient work procedures, determine the number of workers or work equipment needed, set standard time and establish rational basis. To optimize land, the hydroponic system is used as a way of planting without using soil. The hydroponic system requires PLN electricity to turn on the pump to heat the air from the container which is channeled into the plant pot pipes. The designer designed how to design and make hydroponics without using PLN electricity but using solar cell panels. In this hydroponic design, the air volume in the pipe was 5.4 liters, the air flow was 0.0015 liters/second, for designing the hydroponic frame it was found that the voltage was 17.6 MPa, the displacement was 0, strain 0, safety factor 14.

Keywords: Hydroponics, solar cells, design,

Abstrak

Pada proses rancang bangun sistem hidroponik menggunakan solar cell 50 wp ini diperlukan analisis waktu produksi bertujuan untuk mengetahui prosedur kerja yang lebih efisien, menetapkan jumlah pekerja atau peralatan peralatan kerja yang diperlukan, menetapkan waktu baku dan menetapkan dasar dasar yang rasional. Untuk mengoptimisasi lahan, sistem hidroponik digunakan sebagai salah satu cara penanaman tanpa menggunakan tanah, system hidroponik memerlukan listrik PLN untuk menghidupkan pompa demi memompa air dari wadah dialirkan ke pipa-pipa pot tanaman. perancang merumuskan untuk bagaimana merancang dan membuat hidroponik tanpa menggunakan listrik PLN tetapi menggunakan panel solar cell, Dalam perancangan hidroponik ini didapatkan untuk volume air dalam pipa adalah 5.4 Liter, debit air adalah 0.0015 Liter/detik, untuk perancangan rangka hidroponik diketahui untuk tegangan 17.6 mpa, perpindahan 0, regangan 0, factor keamanan 14.

Kata Kunci : Hidroponik, solar cell, rancang bangun

I. PENDAHULUAN

Pada awal 1900-an, di Amerika Serikat telah mengenal budidaya sistem hidroponik dan dikembangkan secara komersial (Douglas, 1985). Di Indonesia sejak tahun 1980-an, budidaya hidroponik mulai berkembang dan didirikan oleh beberapa pengusaha di perkotaan. Pertanian hidroponik memiliki banyak keuntungan dibandingkan pertanian konvensional dimana pada pertanian hidroponik lebih efisien dalam penggunaan air dan unsur hara tanpa mengurangi tingkat produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Budidaya sistem hidroponik sangat cocok diterapkan di lahan perkotaan yang terbatas sinar matahari karena banyaknya gedung-gedung yang tinggi. Selain itu, sistem hidroponik juga dapat dilakukan di dalam ruangan (indoor). Namun, kelemahan dari sistem hidroponik indoor yaitu penyinaran tidak dapat dilakukan langsung dengan matahari, maka dari itu penyinaran dilakukan dengan sumber pencahayaan buatan karena pada sistem hidroponik hal yang terpenting yaitu penyinaran tanaman serta pengaturan air dan nutrisi. Penggunaan pencahayaan buatan pada sistem hidroponik indoor tentunya membutuhkan energi listrik yang cukup agar tanaman mendapatkan pencahayaan untuk berfotosintesis. Namun penggunaan energi listrik berbahan dasar fosil sudah cukup tinggi dan telah menimbulkan dampak pemanasan global, maka dari itu untuk menghemat penggunaan listrik berbahan dasar fosil dapat dilakukan dengan memanfaatkan energi terbarukan yang ramah lingkungan sebagai sumber energi alternatif. Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan yaitu energi matahari, dimana cahaya yang berasal dari matahari diubah menjadi energi listrik menggunakan solar cell. Pada proses rancang bangun sistem hidroponik menggunakan solar

cell ini diperlukan perhitungan dan pemilihan komponen-komponen penunjang sehingga menjadi satu kesatuan yang tak terpisahkan. Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu (Asdak, 2002). Tenaga surya dimanfaatkan sebagai salah satu sumber tenaga dari pompa air. Penggunaan pompa air DC (Direct Current) merupakan pilihan yang baik karena mampu menaikkan air sampai 3,2 meter dengan debit 38% lebih besar dibandingkan pompa air AC (Alternating Current) dengan penggunaan daya yang sama (Ariawan et al., 2013). Sel surya merupakan energi listrik terbarukan, dengan adanya potensi sinar matahari yang umumnya merata dan tersedia sepanjang tahun, dimana radiasi surya rata-rata sekitar 4,5 kwh/m² sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai pendukung kebutuhan energi listrik kita. Sel surya dapat dimodelkan dengan bentuk paralel ataupun seri, jika sel surya dirangkai seri tegangan akan berubah sementara arus tetap dan jika diparalel tegangan tetap arusnya berbeda. Bentuk karakteristik tersebut dipengaruhi cahaya matahari. Perubahan tegangan sel surya yang dirangkai seri jika cahaya cerah 39.6V namun jika sel surya diparalel 19.8V (R.Swami.,2012). Fakta di lapangan telah menunjukkan di daerah ciamis masih membudidayakan tanaman dengan metode konvensional yaitu dengan menggunakan tanah sebagai media tanamnya maka dirancanglah sistem hidroponik menggunakan solar cell yang mampu dioperasikan secara sederhana, sebuah teknologi yang tidak membutuhkan biaya operasional yang mahal dan tidak membebani daerah dalam melakukan kegiatannya. Berdasarkan pembahasan permasalahan diatas penulis tertarik untuk mengambil tema yang berjudul „Rancang bangun sistem hidroponik menggunakan solar cell. Berdasarkan latar belakang diatas, maka

perumusan masalah dapat diambil Bagaimana rancang bangun sistem hidroponik menggunakan solar cell? Adapun tujuan dari penelitian proposal ini adalah untuk mendapatkan rancang bangun sistem hidroponik menggunakan solar cell, dan untuk mengetahui rancang bangun sistem hidroponik menggunakan solar cell dengan sistem hidroponik yang lain.

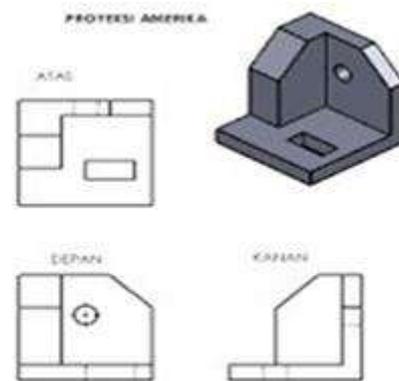
II. KAJIAN LITERATUR

Hydroponic secara harfiah berarti Hydro = air, dan phonic = pengerjaan. Sehingga secara umum berarti sistem budidaya pertanian tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan air yang berisi arutan nutrient. Budidaya hidroponik biasanya dilaksanakan di dalam rumah kaca (green house) untuk menjaga supaya pertumbuhan tanaman secara optimal dan benar-benar terlindung dari pengaruh unsur luar seperti hujan, hama penyakit, iklim dan lain-lain. Keunggulan dari beberapa budidaya dengan menggunakan system hidroponik antara lain: Kepadatan tanaman per satuan luas dapat dapat dilipat gandakan sehingga menghemat penggunaan lahan. Mutu produk seperti bentuk, ukuran, rasa, warna, kebersihan dapat dijamin karena kebutuhan nutrient tanaman dipasok secara terkendali di dalam rumah kaca. Tidak tergantung musim/waktu tanam dan panen, sehingga dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pasar. Jenis hidroponik dapat dibedakan dari media yang digunakan untuk berdiri tegaknya tanaman. Media tersebut biasanya bebas dari unsur hara (steril), sementara itu pasokan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dialirkan ke dalam media tersebut melalui pipa atau disiramkan secara manual. Media tanam tersebut dapat berupa kerikil, pasir, gabus, arang, zeolite atau tanpa media agregat (hanya air). Yang paling penting dalam menggunakan media tanam tersebut harus bersih dari hama sehingga tidak

menumbuhkan jamur atau penyakit lainnya. Roidah, I. S. (2014), Larutan Nutrisi Hidroponik Metode hidroponik sangat erat kaitannya dengan penambahan larutan nutrisi dalam pertumbuhan tanaman. Larutan nutrisi yang diberikan mengandung unsur hara yang diperlukan tanaman. Unsur hara dibagi menjadi 2 jenis yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro yaitu unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak, sedangkan unsur hara mikro merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah sedikit namun masih dibutuhkan oleh tanaman sehingga harus tetap tersedia (Endy, 2015). Unsur hara makro terdiri atas (N, P, K, Ca, Mg dan S) dan unsur hara mikro yaitu (Fe, Mn, Cu, Zn, B dan Mo). Pemberian nutrisi lebih baik menggunakan bahan-bahan organik dari pada bahan kimia yang berbahaya. Pemberian larutan nutrisi yang baik dalam metode hidroponik akan mendapatkan hasil yang produktif pada tanaman (Wibowo et al., 2017). Pemberian larutan nutrisi dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Larutan nutrisi pada hidroponik harus menggunakan bahan yang larut dalam air agar tanaman dapat menyerapnya (Monikasari, 2020). Pengertian desain dan perancangan Merupakan penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan yang terdiri dari beberapa satu kesatuan yang lengkap dan dapat berfungsi dan digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan. Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk . dalam tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan yang menyusul lainnya (Harsokusoemo,2004). Setelah desain dan perancangan selesai langkah selanjutnya adalah pembuatan produk. Perancangan merupakan penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Manfaat tahap perancangan sistem ini

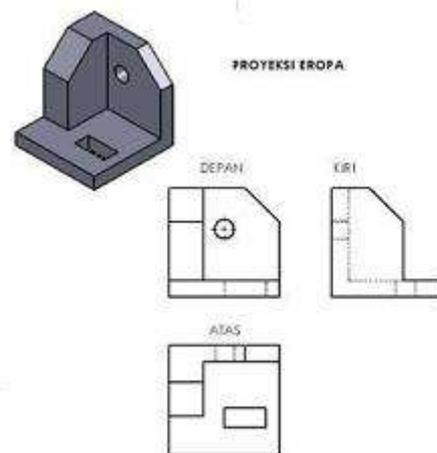
memberikan gambaran rancangan bangun yang lengkap sebagai pedoman bagi programmer dalam mengembangkan aplikasi. Sesuai dengan komponen sistem yang dikomputerisasikan, maka yang harus didesain dalam tahap ini mencakup software, dan aplikasi. proses perancangan bisa melibatkan pengembangan beberapa model sistem pada tingkat abstraksi yang berbeda-beda. (Agus Mulyanto2009). Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya. (Soetam Rizky 2011). Sehingga sebelum sebuah produk dibuat, terlebih dahulu dilakukan proses perancangan yang nantinya menghasilkan sebuah gambar skets atau gambar sederhana dari produk yang akan dibuat. Gambar skets yang telah dibuat kemudian digambar kembali dengan aturan gambar sehingga dapat dimengerti oleh semua orang yang ikut terlibat dalam proses pembuatan produk tersebut. Gambar hasil perancangan adalah hasil akhir dari proses perancangan dan sebuah produk dibuat setelah dibuat gambar-gambar rancangannya, dalam hal ini gambar kerja. Perancangan dan pembuatan produk adalah dua kegiatan yang penting. Artinya, rancangan hasil kerja perancang tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat. Begitu juga sebaliknya, pembuat tidak dapat merealisasikan benda teknik tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya. Gambar rancangan yang akan dikerjakan oleh pihak produksi berupa gambar dua dimensi yang dicetak pada kertas dengan aturan dan standar gambar kerja yang ada. (Dharmawan, 2000). Proyeksi merupakan penggambaran yang menunjukkan suatu objek yang terlihat dari depan, kanan, kiri, atas, dan bawah. Pandangan proyeksi diposisikan sejajar dan saling

berhubungan antara yang satu dengan yang lain sesuai dengan aturan-aturan standar. Standar ini telah diakui di seluruh penjuru dunia dan menjadi patokan paten dalam menggambar. Dalam proyeksi sendiri terbagi atas beberapa jenis proyeksi diantaranya: Proyeksi amerika tampak atas berada diatas, tampak kanan berada dikanan, tampak kiri berada dikiri dan tampak bawah berada di bawah sesuai dengan orientasinya.



Gambar 2.1 Proyeksi Amerika

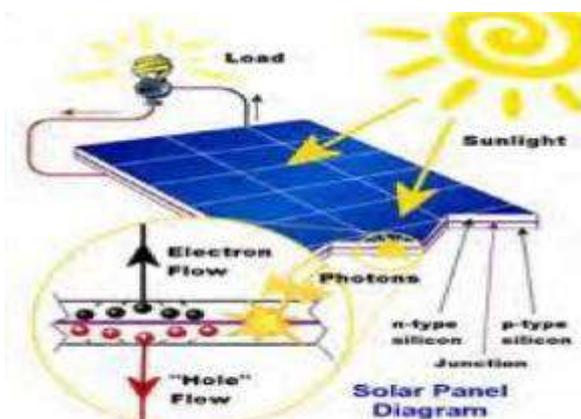
Proyeksi bisa disebut proyeksi iso, proyeksi sudut pertama atau proyeksi kuadran satu. Pandangan atas yang berada dibawah pandangan depan, pandangan kiri berada pada disisi kanan pandangan depan, dan pandangan kanan berada disamping kiri pandangan depan.



Gambar 2.2 Proyeksi Eropa

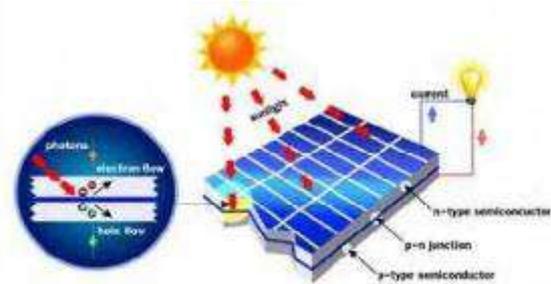
Energi surya atau matahari telah banyak dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksploitasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama serta efisien. Sistem photovoltaic tidak selalu membutuhkan cahaya matahari saja, tetapi cahaya apapun dapat diterima oleh photovoltaic. Sesuai dengan namanya photo, maka secara tidak langsung berkenaan dengan cahaya. Sehingga dalam keadaan mendung jikalau ada cahaya, maka sistem photovoltaic masih dapat bekerja. Photovoltaic tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik dari cahaya atau sinar matahari. Rahasia proses ini adalah dengan menggunakan bahan semikonduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, partikel bermuatan negatif yang membentuk dasar energi listrik. Secara sederhana konsep dari listrik ada pada sistem photovoltaic. Ketika sel surya diberikan cahaya, maka akan terjadi reaksi kimia yaitu elektron akan mengalami reaksi perpindahan dari potensial tinggi menuju potensial rendah. Sehingga terjadilah proses aliran listrik. Prinsip sederhana akan dijelaskan pada gambar dibawah berikut.

Dari gambar 2.2 diatas berikut maka dapat kita ketahui proses dari perubahan energi cahaya menjadi energi listrik. Bahan semikonduktor yang paling umum digunakan dalam photovoltaic adalah silikon, sebuah material yang umum ditemukan di pasir. Semua sel photovoltaic mempunyai paling tidak 2 buah lapisan semikonduktor, satu untuk yang bermuatan positif dan satu bermuatan negatif. Ketika sel photovoltaic terkena sinar matahari maka muatan elektron akan mengalir ke muatan yang berpotensi tinggi. Sambungan diantara dua lapisan menyebabkan listrik mengalir, membangkitkan arus DC. Semakin kuat cahaya yang diterima, semakin kuat pula aliran listrik yang didapatkan Foton adalah sebuah energi alami dari alam. Berbeda dengan energi lain yang bisa ditangkap dengan menggunakan indra, energi foton justru masuk dalam energi yang kasat mata. Foton sendiri merupakan sebuah partikel kecil dalam kimia yang bisa membentuk dasar unit radiasi elektromagnetik. Radiasi ini biasanya berupa cahaya tampak, gelombang radio, sinar-x inframerah, ultraviolet hingga sinar gama. Foton ini adalah sebuah partikel yang tidak memiliki muatan listrik dan tidak pula memiliki masa. Akan tetapi, foton ini memiliki pergerakan dengan kecepatan cahaya. Hal inilah yang membuat foton tidak bisa ditangkap mata. Dan adapun untuk ukuran dimensi solar cell ini adalah 540x670x30 mm dan berat 3,65 kg. Keluaran daya maksimum 50 Watt, tegangan maksimal 18,4 V dan arus maksimum 2,72 A. Tenaga matahari dapat diubah menjadi tenaga listrik dengan dua cara : 1. Photovoltaic (PV device) atau solar cell, yaitu mengubah cahaya matahari langsung menjadi listrik. Cara ini umumnya digunakan di daerah terpencil yang belum ada jaringan listrik konvensional. Penggunaan photovoltaic banyak digunakan untuk kalkulator, jam tangan, rambu rambu lalu lintas, lampu penerangan taman dan sebagainya. 2. Solar



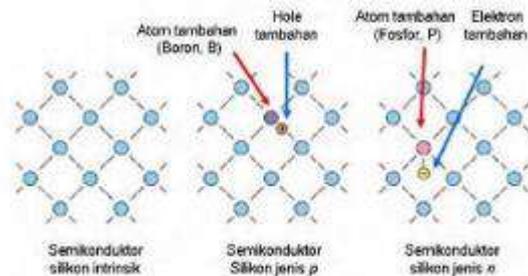
Gambar 2.2 Proses Perubahan Energi Cahaya Menjadi Energi Listrik.

Power Plants, sistem ini tidak secara langsung menghasilkan listrik yaitu panas yang dihasilkan alat pengumpul panas matahari digunakan untuk memanaskan suatu cairan sehingga menghasilkan tenaga uap untuk tenaga generator. Pengertian pembangkit listrik tenaga surya dan system kerja solar power plants Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga surya bisa diperoleh melalui dua cara, secara langsung dan tidak langsung. Pembangkit listrik tenaga surya secara langsung dapat diperoleh dengan menggunakan photovoltaic dan pembangkit tenaga surya secara tidak langsung dengan cara memusatkan energi surya yang dipantulkan melalui cermin. Pada prinsipnya tenaga surya sebagai pembangkit listrik dengan 2 cara: 1. Produksi uap dengan cermin yang digunakan untuk menggerakkan turbin 2. Mengubah sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan photovoltaic Sel surya atau photovoltaic adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek foto elektrik. Dibuat pertama kali pada tahun 1880 oleh Charles Fritts. Cara kerja atau konsep photovoltaic sendiri dengan cara mengubah secara langsung energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan foto elektrik. Sedangkan konsep pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin. Pemusatan surya dengan cara memantulkan sinar matahari ke satu titik dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan sinar matahari tersebut yang digunakan untuk menggerakkan mesin kalor. Seperti yang dijelaskan bahwa teknologi photovoltaic merubah sinar matahari menjadi listrik. Energi photon yang besar dari sinar matahari melepaskan elektron menjadi bebas pada material semikonduktor sehingga membangkitkan energi listrik, Direct Current (DC).



Gambar 2.3 Proses perpindahan p-n junction pada solar cell

Pembangkit listrik tenaga surya tipe photovoltaic adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P atau proton yang bermuatan positif di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel bertipe N atau elektron bermuatan negatif di bagian bawah. Efek fotoelektrik adalah dimana sinar matahari menyebabkan elektron di lapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan elektron di lapisan bertipe P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel bertipe N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.



Gambar 2. 4 Proses perpindahan atom photon tipe p dan eletron tipe

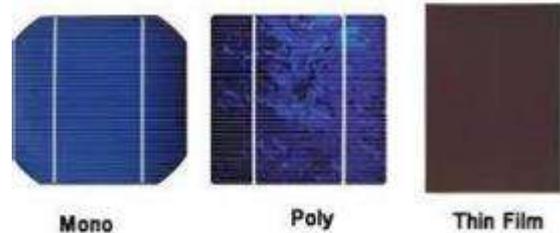
Satu solar cell PV terlalu kecil untuk memproduksi dan membangkitkan listrik, daya yang dibangkitkan hanya 1 sampai 2 Watt saja. Untuk memperbesar kapasitas keluaran daya yang dihasilkan dari PV solar cell. Ketika

satu solar cell saling dihubungkan maka disebut PV Modul. Tenaga surya yang diserap oleh bumi adalah sebanyak 120.000 TeraWatt. Sel surya memiliki banyak aplikasi terutama cocok untuk digunakan bila tenaga listrik dari grid tidak tersedia seperti di wilayah terpencil, satelit pengorbit bumi, kalkulator genggam, pompa air, bahkan sekarang banyak peralatan rumah tangga ataupun kebutuhan sehari hari menggunakan tenaga surya. Sel surya dapat dipasang di atap gedung di mana mereka berhubungan dengan inverter ke grid listrik dalam sebuah net metering. Banyak bahan semikonduktor yang dapat dipakasi untuk membuat sel surya diantaranya silicon, titanium oksida, germanium, dan lain-lain. Komponen-komponen pada solar cell Suatu rangkaian solar cell terdiri dari komponen komponen penting yang dapat memaksimalkan kerja dari rangkaian solar cell tersebut, komponen komponen tersebut adalah :

1. Panel Surya (Photovoltaic) Photovoltaic merupakan komponen utama yang menghasilkan arus listrik yang kemudian akan disimpan pada baterai atau aki. Biasanya suatu solar cell atau photovoltaic dengan mempunyai daya yang berbeda-beda 5 Watt peak, 30 watt peak, 50 watt peak, dan 100 watt peak dan sebagainya dan terdiri dari 3 macam berdasarkan pembuatannya :

- Monokristal
- Polikristal
- Thin film

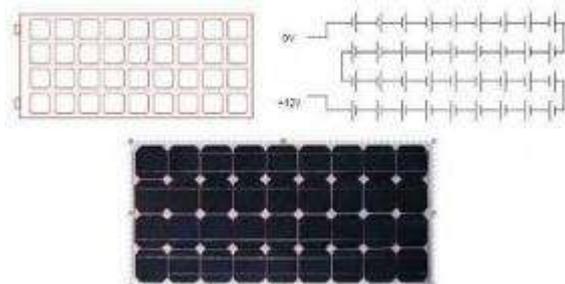
Dari ketiga teknologi tersebut dapat kita bedakan dengan tingkat keefisiensinya. Monokristal merupakan photovoltaic yang memiliki tingkat efisiensi tertinggi saat ini, namun dari segi ekonomi masih sangat mahal dibandingkan dengan polikristal.



Gambar 2. 6 Jenis-jenis panel surya berdasarkan pembuatannya

Suatu panel surya tersusun dari sel sel surya yang kemudian membentuk modul-modul surya dan dari modul surya akan terbentuk dalam satu array. Dari setiap sel mempunyai tegangan dan daya masing masing sehingga bila kita rangkaikan atau kita susun maka akan terbentuk solar cell yang kita butuhkan Berikut ini adalah sistem rangkaian pada solar cell :

a. Rangkaian secara seri Hubungan seri suatu modul photovoltaic didapat apabila bagian depan (+) sel surya utama dihubungkan dengan bagian belakang (-) sel surya kedua atau sebaliknya. Dari keadaan seri ini didapatkan tegangan solar cell dijumlahkan apabila dihubungkan seri atau sama lain : $V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$ Arus solar cell sama apabila dihubungkan seri satu sama lain : $I_{total} = I_1 = I_2 = I_3 \dots = I_n$



Gambar 2. 7 Struktur panel surya dirangkai secara seri

b. Rangkaian secara paralel

Rangkaian paralel modul photovoltaic didapat apabila terminal kutub positif dan negatif sel surya dihubungkan sama dengan satu sel surya. $U_{total} = U_1 = U_2 = U_3 \dots = U_n$ Arus

yang timbul dari hubungan ini langsung dijumlahkan. $I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$

2. Charge Controller

Solar charge controller adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan pengisian baterai dari pengisian yang berlebihan, juga mengendalikan proses discharge. Yang perlu diperhatikan dalam menggunakan charge controller ini adalah besarnya tegangan dan daya yang dikeluarkan modul surya dan yang dapat diterima baterai.



Gambar 2. 8 Struktur Solar Charge Controller

Charge control atau charge regulator merupakan komponen paling penting pada rangkaian solar cell, dimana charge controller mempunyai fungsi utama yaitu menjaga atau mengamankan komponen penting pada solar cell yaitu baterai. Umumnya solar cell yang memiliki tegangan 12 volt mempunyai tegangan output 16-21 volt, sehingga apabila tidak menggunakan charge control maka baterai akan rusak oleh over charging dan ketidakstabilan tegangan yang dikeluarkan oleh solar cell dan baterai 12 volt di charge pada tegangan 14-14.7 volt.

Fungsi detail dari charge control adalah sebagai berikut :

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
- Mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai agar tidak full discharge dan overloading

- Memonitor temperatur dan suhu baterai Hal yang perlu diperhatikan saat akan menggunakan charge control yakni :

- Tegangan atau voltage 12 volt DC/ 24 volt DC
- Kemampuan arus dari charge control misalnya 10 Ampere, 20 Ampere dan sebagainya.
- Full charge dan low voltage cut

Solar charge controller biasanya terdiri dari 1 input yang terhubung dengan output solar cell, 1 output yang terhubung dengan baterai atau aki dan output yang terhubung dengan beban (load) DC. Arus listrik DC baterai tidak mungkin

3. Baterai

Baterai berfungsi untuk menyimpan sementara listrik yang dihasilkan modul surya, agar dapat digunakan pada saat energi matahari tidak ada (malam hari atau cuaca). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik diukur dalam satuan watt jam (watt hour / WH). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik ditentukan dari berapa besar kebutuhan daya listrik dan kemampuan modul surya dalam mengisi baterai.



Gambar 2.8 Accu (Battery)

Baterai merupakan peralatan dan komponen yang sangat penting bagi suatu pembangkit tenaga surya. Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya pada siang hari dan akan dikeluarkan pada malam hari untuk melayani beban (terutama untuk penerangan). Disamping itu baterai juga berfungsi untuk menyediakan daya kepada beban ketika tidak ada cahaya matahari dan harus pula meratakan perubahan-perubahan yang terjadi pada beban.

Banyak tipe baterai yang beredar dipasaran dengan memiliki kelebihan dan kekurangannya. Baterai biasanya diklarifikasikan terhadap dua tipe, yaitu :

- a. Baterai primer (primary batteries) Jenis ini disebut juga baterai sekali pakai (single use battery) yang berarti setelah habis arus listrik baterai tersebut harus dibuang semestinya. Berikut adalah macam-macam baterai primer:
 - Heavy duty, atau carbon zinc (Zn-MnO₂) battery. Ini merupakan baterai primer yang paling murah yang banyak digunakan dalam rumah tangga seperti jam dinding dan remote control.
 - Alkaline, zinc-alkaline manganese dioxide battery. Baterai jenis ini memiliki power yang lebih dan umur simpan yang lebih lama dari baterai heavy duty
 - Lithium cell, baterai lithium memiliki kemampuan kinerja yang jauh lebih baik melampaui baterai elektrolit konvensional. Umur simpannya bisa lebih dari 10 tahun dan tetap bekerja dengan baik pada suhu yang sangat rendah. Baterai lithium umumnya sebesar uang koin saja, maksimal ukuran AA. Hal ini atas pertimbangan keselamatan dan keamanan saja jika digunakan masyarakat umum. Sebenarnya ada juga ukuran yang lebih besar namun penggunaannya hanya terbatas pada kepentingan militer saja.
- b. Baterai sekunder (secondary batteries) Jenis ini disebut juga baterai yang dapat di charge ulang (rechargeable batteries) jika telah habis listriknya. Sedangkan baterai sekunder terbagi menjadi 2 jenis yakni baterai basah dan kering. Baterai yang biasa digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya adalah baterai sekunder (baterai basah / kering), yaitu baterai yang dapat diisi dan dikosongkan berulang-ulang. Hal-hal yang perlu diperhatikan dari peralatan baterai ini adalah : a. Kapasitas satuan Kapasitas suatu

baterai adalah ampere hour (Ah). Biasanya informasi ini terdapat pada label suatu baterai, misalnya suatu baterai dengan kapasitas 100 Ah akan penuh terisi dengan arus 1 ampere selama 100 jam. b. Penerimaan arus pengisian yang kecil Baterai harus dapat diisi dengan arus pengisian yang agak kecil (pada cuaca yang jelek sekalipun), sehingga tidak ada energi surya yang terbuang begitu saja. c. Efisiensi Ah (Ah) Baterai menyimpan dengan jumlah ampere hour, dengan suatu efisiensi Ah dibawah 100% (biasanya 90%). d. Efisiensi Wh Efisiensi Wh adalah suatu perbandingan energi yang ada dan yang dapat dikeluarkan. Efisiensi Wh selalu lebih rendah dari efisiensi Ah dan biasanya kurang lebih 80%.

Pengertian Bahan

→ Teori Tegangan Normal Maksimum

Teori ini menyatakan bahwa sebuah material akan mengalami kegagalan jika tegangan normal maksimum (baik tegangan tarik atau tegangan tekan) melebihi kekuatan tarik material. Teori ini digunakan dalam situasi yang sangat terbatas, misalnya material getas yang menerima beban tarik/ tekan murni. Secara matematik, tegangan normal maksimum dinyatakan dengan tegangan-tegangan utama (principal stresses). Tegangan adalah gaya yang bekerja persatuan luas penampang. Persamaan dari tegangan adalah

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{pers 2.1}$$

Keterangan:

F = Gaya

A = Luas Penampang

→ Teori Perpindahan (Displacement) Jika sebuah poros/ batang menerima beban torsi atau momen puntir maka poros tersebut cenderung terdeformasi akibat pengaruh puntiran karena perbedaan putaran satu titik

relatif terhadap titik lain pada poros, akibat adanya torsi pada poros maka poros mengalami tegangan geser di penampangnya.

Persamaan dari tegangan geser adalah :

$$\tau = \frac{T \cdot r}{J} \dots\dots\dots \text{pers 2.2}$$

Keterangan:

T = Torsi

r = Jari-jari

J = Momen Inersia Polar

– Teori Regangan (Strain) Regangan adalah terjadinya perubahan struktur karena ketidakmampuan struktur untuk menahan beban.

Persamaan dari regangan adalah

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots \text{pers 2.3}$$

Keterangan:

ΔL = Pertambahan panjang

$$\Delta L = L - L_0$$

L_0 = Panjang awal

– Konsep Faktor Keamanan (Safety of Factor) Elemen mesin akan gagal jika tegangan yang terjadi lebih dari kekuatan material. Elemen mesin akan aman jika kekuatan material lebih dari tegangan yang terjadi.

Dengan persamaan : $FS = \frac{\text{Kekuatan Material}}{\text{Tegangan yang terjadi}}$

Kekuatan material dan tegangan yang terjadi dihubungkan oleh sebuah variabel baru sebagai faktor keamanan (Factor of Safety, FS) Elemen mesin akan aman jika FS lebih dari 1, faktor keamanan sama dengan 1 maka itu berarti tegangan yang terjadi mendekati kekuatan material. Kekuatan sebenarnya dari suatu struktur haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan. Perbandingan dari kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan disebut faktor keamanan (n). HERI SONAWAN. 2014.

Metode Elemen Hingga, atau yang lebih dikenal dengan Finite element method (FEM), merupakan suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan engineering dengan cara membagi obyek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah. Metode ini digunakan pada permasalahan engineering dimana exact solution/analytical solution tidak dapat menyelesaikannya. Inti dari FEM adalah membagi suatu benda yang akan dianalisa, menjadi beberapa bagian dengan jumlah hingga (finite). Bagian-bagian ini disebut elemen yang tiap elemen satu dengan elemen lainnya dihubungkan dengan nodal (node). Kemudian dibangun persamaan matematika yang menjadi representasi benda tersebut. Proses pembagian benda menjadi beberapa bagian disebut meshing. FEA dapat digunakan untuk menganalisa secara spesifik permasalahan di dunia engineering, misalnya kekuatan struktur, korosi, perpindahan panas, maupun gabungan beban yang terjadi, contoh sebuah structure yang terkorosi sebagian, tidak dapat dihitung secara analitis karena ketebalan struktur berbeda di setiap daerah, dengan proses deskritisasi di FEA, dapat diselesaikan dengan mudah. Metode Elemen Hingga atau Finite Element Method (FEM) atau Analisa Elemen Hingga atau Finite Element Analysis (FEA), merupakan dasar pemikiran dari suatu bangunan bentuk-bentuk kompleks dengan blok-blok sederhana atau membagi objek yang kompleks kedalam bagian-bagian kecil yang teratur yang mendekati model kondisi aslinya. Pemodelan Solid Proses pemodelan dilakukan dengan menggunakan software CFD, dengan ukuran 1 : 1. Keuntungan mendesain mesin uji tarik dengan menggunakan software yaitu untuk lebih mempercepat waktu proses perancangan dan analisis, juga mengurangi percobaan berulang (Trial Error), Meshing

merupakan suatu proses membagi geometri (sistem matematika) model solid menjadi elemen-elemen dan setiap elemen mempunyai node. Dan setiap node mempunyai derajat kebebasan (Degree Of Freedom) dimana gaya akan terdistribusi ke setiap elemen. Semakin banyak node maka hasilnya semakin mendekati kondisi aslinya, sesuai dengan ukuran 1 : 1 dari mesin pengayak pupuk kompos, meshing juga merupakan proses membagi komponen yang akan dianalisis menjadi elemen-elemen kecil atau diskrit. Semakin baik kualitas mesh maka akan semakin tinggi tingkat konvergensi.

Aided Design) dan juga untuk menghitung kekuatan, umur, material yang digunakan, menggunakan software CAE (Computer Aided Engineering).



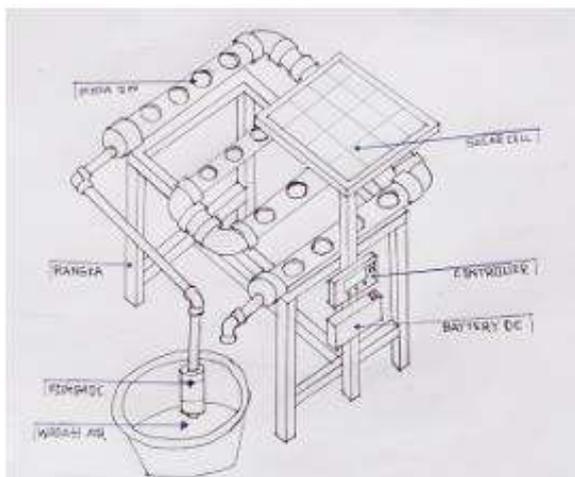
Gambar 3.2 Gambar hasil perancangan

Gambar 3.2 gambar hasil perancangan menjelaskan penggunaan software desain yang digunakan oleh perancang, dari hasil tersebut didapat perancangan elemen mesin dimana gabungan dari beberapa komponen yang saling mempengaruhi dan tidak dapat dipisahkan.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Konsep desain dari hidroponik ini adalah gambaran secara garis besar mengenai alat yang akan dibuat, dan gambaran komponen-komponen dari sebuah mikrohidro

3.2 Sketsa Gambar



Gambar 3.1 Sketsa Gambar Ketiga

Dari 3 sketsa yang dibuat oleh perancang, maka perancang memilih sketsa no. 3 karena lebih efektif dan efisien dibanding sketsa no 1 dan 2. Perancangan mikrohidro ini dibuat dengan menggunakan Software Solidwork. Desain dibuat dari sketsa kasar yang telah dibuat oleh perancang, perancangan hidroponik dengan solar cell dibuat menggunakan software CAD (Computer

3.3 Spesifikasi Komponen Hidroponik dengan Solarcell 50 wp.

Dalam perancangan Hidroponik dengan Solarcell dirancang dengan spesifikasi perancangan yang diperlihatkan dengan tabel berikut.

No	Nama komponen	Spesifikasi	Model Elemen
1.	Panel Solarcell 50 wp	- P x L x T 58x53x17 cm	
2.	Solar Charge Controller, 10 A	- P x L x T 151x34x70 mm	

3.	Accu (Battery) 12 Volt, 8 A	- PxLxT 150x64x100 mm	
4	Pipa Pengalir, Ø 2 in	Standard	
5	Rangka Kotak, 4x4x0.2 cm	PxLxT 80x50x153 cm	
6	Pompa DC, 12V, 1.5 A	Øbd x T Ø51x180 mm	
7	Wadah Air Plastik	- Øats x ØbwhxT 520x390x240 mm	

Kapasitas Pipa 2 in

$$m = V \times \rho \text{ air}$$

$$= 5.4 \times 1$$

$$= 5.4 \text{ Liter}$$

Keterangan :

V = Volume

d = diameter

t = Tinggi

ρ air = 1 kg/Liter

Jadi untuk volume air dalam pipa adalah 5.4 Liter

3.4.2 Debit air yang dihasilkan

$$V = 5.4 \text{ Liter}$$

$$t = 1 \text{ jam}$$

$$t = 1 \times 3600 = 3600 \text{ detik}$$

Debit Air adalah = Volume / Waktu

$$= 5.4 \text{ Liter} / 3600 \text{ detik}$$

$$= 0.0015 \text{ Liter}$$

Jadi debit air tersebut adalah 0.0015 Liter/detik

3.4.3 Daya Listrik

Nama Alat	Jumlah	Waktu (Menyala)	Daya Listrik	Total Daya Listrik
Pompa Dc	1	24 Jam	22 Watt	528 watt/jam

Karena selama masa transmisi dari panel surya hingga pada akhirnya ke beban (alat elektronik), terdapat hingga 40% energi listrik yang hilang. Maka dari itu, perlu adanya penambahan 40% daya listrik dari total daya yang digunakan. Jadi, secara matematika dapat ditulis seperti berikut:

3.4 Pembahasan

3.4.1 Per hitungan volume dan kapasitas

$$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2 \cdot t$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 (5)^2 \times 280 \text{ cm}$$

$$= 5495 \text{ cm}^3$$

$$= 5.4 \text{ Liter}$$

Total daya = Total Daya x (100% – 40%) =
528 Watt x 60% = 880 Watt

3.4.4 Menentukan kebutuhan Panel Surya

Di Indonesia, proses photovoltaic optimalnya hanya berlangsung 5 jam saja, sehingga untuk menghitung banyaknya panel surya yang digunakan,

Panel Surya = Total Daya : Waktu Optimal =
880 Watt : 5 Jam = 176 Watt Peak

Jadi, untuk mendapatkan daya yang diinginkan, perlu menggunakan panel surya 16 Watt Peak. Namun, karena panel surya yang dijual di pasaran umumnya hanya 50 WP dan 100 WP, maka diambil saja yang 100 WP, supaya lebih ringkas. Sehingga:

176 WP : 100 WP = 1,76 pcs = 1 pcs
(dibulatkan)

3.4.5 Menentukan Soler Charger Controller
Sebelum menentukan SCC (Solar Charger Controller), pada panel surya tertulis kode seperti berikut:

- Pm = 50 WP
- Vm = 18 VDC
- Voc = 20,70 A
- Imp = 2,78 A
- Isc = 2,92 A

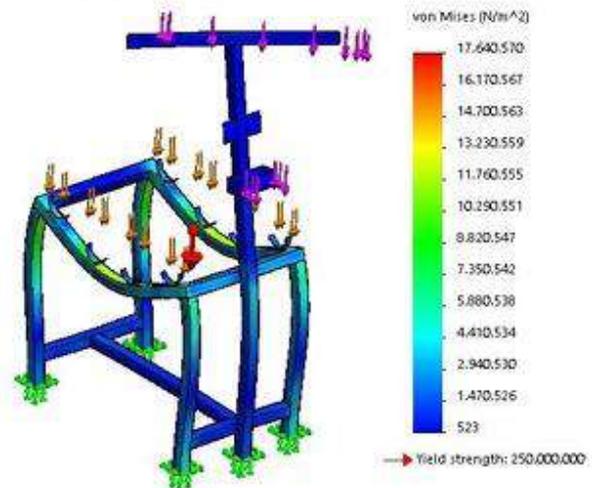
Kemudian, perhatikan Isc (short circuit current). Selanjutnya, kalikan Isc dengan jumlah panel surya.

Daya SCC = Isc x Jumlah Panel Surya = 2,92 x 1 pcs = 3 A Jadi, minimal SCC memiliki daya 3 A.

3.4.6 Desain Rangka

Untuk mendesain dan membuat elemen Rangka, menggunakan aplikasi FEM (Finite Elemen Methode).

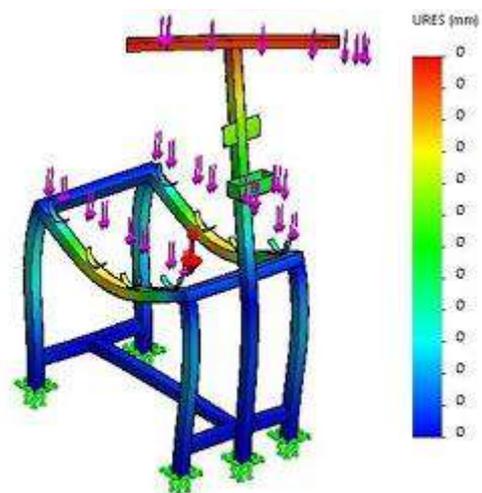
A. Tegangan (Von mises)



Gambar 3.4.6.1 Tegangan (Von Mises)

Dilihat dari gambar 3.4.6.1 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi tegangan maksimal di perlihatkan dengan warna merah dengan hasil 17.640.570 N/m² atau 17.6 Mpa, hasil tersebut masih jauh nilainya dari tegangan Luluh material ASTM A36 sebesar 250.000.000 N/m² atau 250 Mpa, dengan demikian, beban dari pipa dan air, beban dari komponen, ditambahkan dengan beban gravitasi adalah 30 kg, elemen Rangka dinyatakan aman dan bisa di produksi.

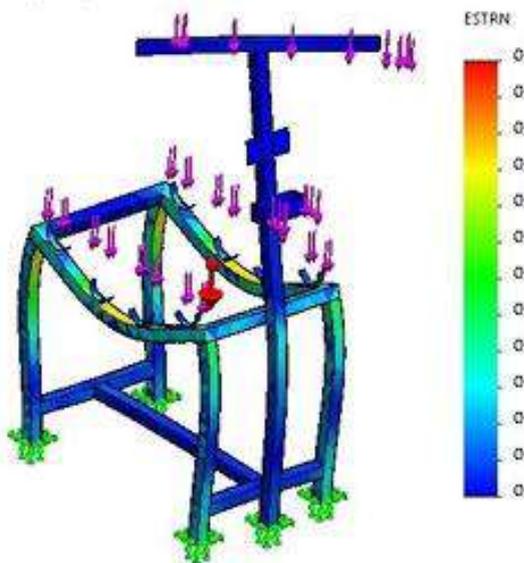
B. Perpindahan (Displacement)



Gambar 3.4.6.2 Perpindahan (Displacement)

Dilihat dari gambar 3.4.6.2 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi perpindahan maksimal diperlihatkan dengan warna merah dengan hasil 0, dengan demikian, beban dari pipa dan air, beban dari komponen, ditambahkan dengan beban gravitasi adalah 30 kg, elemen Rangka dinyatakan aman dan bisa di produksi.

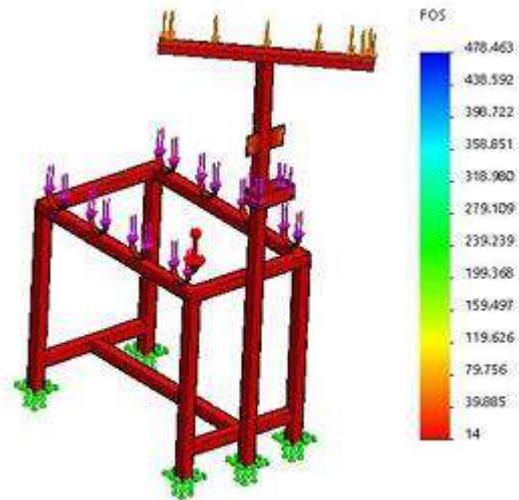
C. Regangan (Strain)



Gambar 3.4.6.3 Regangan (Strain)

Dilihat dari gambar 3.4.6.3 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi regangan maksimal di perlihatkan dengan warna merah dengan hasil 0, dengan demikian tidak terjadi regangan pada Struktur elemen Rangka, sehingga elemen rangka dinyatakan aman dan bisa di produksi.

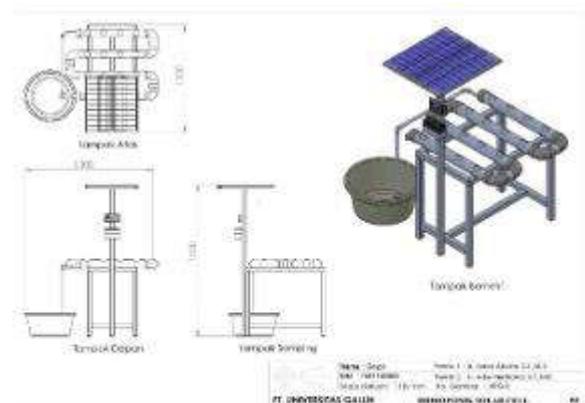
D. Faktor Keamanan (Savety of Factor)



Gambar 3.4.6.4 Analisis Faktor Keamanan (Savety of Factor)

Dilihat dari gambar 4.3.7.4 dinyatakan bahwa, daerah komponen Rangka yang berwarna merah adalah daerah visualisasi faktor keamanan, hasil yang didapat adalah 14, hasilnya lebih besar dari 1. Dengan didapatkannya hasil savety faktor maka dinyatakan bahwa Dari hasil analisis numerik FEM, dengan beban beban dari Pipa dan Air, beban dari komponen, ditambahkan dengan beban gravitasi adalah 30 kg, elemen Rangka dinyatakan aman dan bisa di produksi.

3.4.7 Pembuatan Hidroponik dengan Solarcell 50 wp



Gambar 3.4.7 Gambar Kerja Hidroponik dengan Solar Cell

a. Langkah pertama membuat rangka hidroponik

Dalam membuat rangka hidroponik dalam pembuatannya diantaranya yaitu, mulai dari pembacaan Gambar teknik, pengumpulan material profil hollow dengan ukuran 40x40x2 mm, kemudian lakukan proses pemotongan hingga pengelasan pembuatan rangka hidroponik, karena dalam proses pembuatan rangka hidroponik dibutuhkan penyesuaian lebar, panjang dan tinggi yang kemudian alat tersebut akan digunakan di masyarakat. Rancang bangun kerangka alat hidroponik ini dibuat dengan ukuran 130x110x155 cm



Gambar 3.4.7.1 Pembuatan Rangka Hidroponik

Pemotongan plat asser untuk komponen alas pengangkat yang berfungsi untuk mengangkat barang, Setelah pembuatan kerangka, komponen kaki sliding, komponen kaki penggerak dan komponen alas pengangkat kemudian dirakit.



Gambar 3.4.7.2 Perakitan Perakitan Pipa Paralon dengan Rangka Hidroponik

Pasangkan komponen-komponen lainnya diantaranya Panel solar cell di pasang di rangka bagian atas, controller dan Battery di pasang pada batang penopang panel solarcell, kemudian pasang pompa dc ke wadah berisi air, untuk proses penarikan air dan di salurkan ke pipa, untuk nutrisi tanaman. Kemudian setelah perakitan rancang bangun Hidroponik dengan solarcell masuk ke proses uji coba.



Gambar 3.4.7.3 Proses Uji Coba Hidroponik dengan Solarcell

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berhasilnya merancang dan membuat prototipe system hidroponik menggunakan solar cell 50 wp, dengan dimensi P x L x T 110x130x155 cm, volume pipa 5.4 liter, debit air 0.0015 liter, daya listrik 528 watt/jam, panel surya 50 wp, baterai 12 volt 100 Ah, solar charger controller 3 A, dengan pengujian rangka menggunakan Finite Elemen Methode (FEM) didapat hasil analisis tegangan (Von Misses) 17.6 mpa, perpindahan (Displacement) 0, regangan (Strain) 0 dan Faktor keamanan (safety of factor) 3. dengan pengujian kaki scissor menggunakan Finite Elemen Methode (FEM) didapat hasil analisis tegangan (Von Misses) 12 mpa, perpindahan (Displacement) 0, regangan (Strain) 0 dan Faktor keamanan (safety of factor) 14.

5.2 Saran

Diperlukan timer untuk menyetting pompa, supaya sirkulasi air tidak tidak terus mengalir, cukup 3 kali putaran sirkulasi air untuk mengalirkan pupuk.

REFERENSI

- Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saug. *Journal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, 10 (2), 169-180.
- Amanah, D., & Harahap, D. A. 2019. Loyalitas Konsumen: Implikasi Dari Diferensiasi Produk Dan Nilai Emosional. *Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Bisnis*, 20(1), 15-26.
<https://doi.org/10.30596/jimb.v20i1.2991>
- Ariawan, R. 2013. Penerapan Pendekatan Pembelajaran Visual Thingking Disertai Aktivitas Quick On The Draw Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematis Siswa. Tesis PPS UPI Bandung : tidak diterbitkan.
- Daud, M., Handika, V., & Bintoro, A. 2018. Design And Realization Of Fuzzy Logic Control For Ebb And Flow Hydroponic System. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 7, 138-144.
- Endy, K.A. 2015. Hidroponik. Kalimantan Barat : Derwati press.
- Herwibowo, Kunto dan N.S. Budiana. 2015. Hidroponik Portabel. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Honora, Poppy. 2018. Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Penggerak Pompa Air DC Pada Tanaman Hidroponik. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Hossain, M. F. 2015. Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(1), 84.
- Khan, F. A. A. 2018. A Review On Hydroponic Greenhouse Cultivation For Sustainable Agriculture. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. (2)2.
- Mardiyono, A. 2015. Pengaruh Orientasi Pasar, Pembelajaran Organisasi Terhadap Keunggulan Bersaing Dalam Meningkatkan Kinerja Pemasaran (Tinjauan Teoritis). *Jurnal Ilmiah*, Hal. 48-59
<https://jurnal.untagsmg.ac.id/index.php/sa/article/viewFile/143/600>. Di akses 21 Mei 2023.
- Monikasari, I. N. S. 2020. Hidroponik: Menanam Tanpa Tanah. Media Karya Putra: Sukoharjo.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan Tanah Dan Nutrisi Tanaman. Bogor: IPB Press.
- Setiawan, Andre. 2019. Buku Pintar Hidroponik. Yogyakarta: Laksana.

-
- Solarex. 1993. Everything You Always wanted to know about Solar Power. Villawood Sydney: N.S.W.
- Suharyati, dkk. 2019. Penuntun Diet dan Terapi Gizi. Edisi 4. Jakarta: EGC.
- Syamsu Roidah, Ida. 2014. Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. Tulungagung : Jurnal Universitas Tulungagung.
- Wibowo. 2017. Panduan Praktis Penggunaan Pupuk & Pestisida. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. Jurnal Bonorowo, 1(2), 43-49.