

# Rancang Bangun Sistem Kendali Tenaga Hibrida Berbasis Citra Digital

Riecky S. S. Poekoel, Vecky C. Poekoel, Jane Litouw, Pinrolinvic Manembu  
Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115  
r.poekoel22@gmail.com, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, ein\_jil@yahoo.com, pmanembu@unsrat.ac.id

*Abstract – Power plants are now indispensable for a variety of interests in various sectors of life in the world today, no exception in Indonesia which requires a large supply of electricity. Viewed from the geographical location, Indonesia is an archipelagic country which often supplies electricity that is not so easily available. But in this geographical location we can also utilize several new renewable energy power plants. Therefore a power plant system was created that could work optimally to fill electricity shortages in places with less electricity supply. That way the design of image-based hybrid real-time power plants is made. This system is considered to optimize the absorption of power in solar panels by reading the movement of the sun at 9:00 to 15:00 by using CMU CAM 5, so that the panel follows the movement of the sun. And also combines two power plants namely solar and wind. The microcontroller used in this system is arduino mega 2560. As well as high torque dc motors as drive panels to follow the displacement of angles from the sun.*

**Keywords —** Arduino mega2560; Bayu; CMU CAM5; Citra warna; hybrid system; Solar panel.

**Abstrak —** Pembangkit listrik pada saat ini menjadi hal yang sangat diperlukan untuk beragam macam kepentingan dalam berbagai sektor kehidupan dalam dunia saat ini, tak terkecuali di Indonesia yang membutuhkan pasokan energi listrik yang banyak. Dilihat dari letak geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang sering kali pasokan listrik menjadi hal yang tidak begitu mudah didapatkan. Namun dalam kondisi letak geografis ini kita juga dapat memanfaatkan beberapa pembangkit listrik energi baru terbarukan. Maka dari itu dibuatlah sebuah sistem pembangkit listrik yang dapat bekerja dengan cukup optimal untuk mengisi kekurangan daya listrik di tempat-tempat yang kurang pasokan listrik. Dengan begitu dibuatlah rancang bangun pembangkit listrik hibrid waktu nyata berbasis citra. Sistem ini dinilai dapat mengoptimalkan penyerapan daya pada panel surya dengan cara membaca pergerakan matahari pada pukul 9.00 sampai pukul 15.00 dengan menggunakan CMU CAM 5, sehingga dengan demikian panel mengikuti pergerakan matahari. Dan juga menggabungkan dua buah pembangkit listrik yakni solar dan angin. Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah arduino mega 2560. Serta motor dc torsi tinggi sebagai penggerak panel untuk mengikuti perpindahan sudut dari matahari.

**Kata kunci —** Arduino mega2560; Bayu; CMU CAM5; Citra warna; hybrid system; Solar panel.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat pada zaman sekarang ini dapat banyak membantu kebutuhan masyarakat luas. Salah satu perkembangan yang sekarang banyak dikembangkan yakni dalam bidang elektro yaitu bagian penghematan daya listrik agar kita dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit. Dengan adanya sumber-sumber energi baru dan terbarukan yang memanfaatkan sumber daya alam atau sumber *energy alternative* yang jauh lebih murah bahkan gratis.

Salah satu contoh perkembangan teknologi untuk penghematan energi yakni dengan ditemukannya sistem hibrida dalam kelistrikan. Sistem hibrida ialah sebuah gagasan pembangkit listrik yang menggunakan 2 (dua) atau lebih sumber energi alternative yang ada di alam. Sistem hibrida ini dapat menjadi solusi yang tepat bagi masyarakat yang belum mendapatkan pasokan listrik yang semestinya demi membantu keberlangsungan hidup masyarakat yang jauh dari pasokan energi listrik PT. PLN atau sering disebut remote area. Disamping itu sistem hibrida juga dapat digunakan pada ladang pertanian untuk merawat, mengolah hasil panen, sehingga dapat meningkatkan produktifitas dan kualitas hasil pertanian bahkan tingkat ekonomi petani, sebagai contoh kasus sederhana bila masih banyak ladang pertanian di Indonesia yang belum memiliki listrik sehingga hal ini yang sulit bagi petani untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian, bahkan sering hasil panen rusak. Teknologi hibrida memungkinkan, kita menggabung beberapa sumber energi baru dan terbarukan untuk mencatu daya listrik lebih hemat, efektif dan efisien. Dengan demikian untuk mengatur waktu pemakaian bagi masing-masing sumber energi baru dan terbarukan dalam sistem hibrida tersebut memerlukan suatu sistem pengendalian. Sehingga masing-masing energi baru terbarukan tersebut dapat diatur dikoordinasikan waktu pemakaiannya sesuai keberadaan masing-masing, Dengan adanya pembangkit listrik dengan energi terbarukan berupa energi hibrida selain pula dapat mempermudah para petani dalam hal sumber tenaga listrik, hal ini pula dapat menekan biaya pengeluaran untuk listrik bagi pertanian/para petani yang ladangnya sudah dialiri listrik. Dengan begini para petani dapat mengolah hasil alam yang mereka miliki dengan mudah, dan hemat biaya.

Pada umumnya teknologi pembangkit listrik tenaga hibrida dari energi baru terbarukan berupa energi potensial, angin dan matahari. Pada penggunaan energi surya, umumnya panel surya yang digunakan dalam keadaan tetap atau diam pada posisi sudut yang telah diatur sebelumnya tanpa mempertimbangkan intensitas cahaya matahari yang berubah dari waktu ke waktu, demikian pula halnya dengan arah angin. Hal ini membuat pemanfaatan energi-energi tersebut menjadi tidak optimal. Dengan demikian perlu adanya perancangan untuk pengendalian arah atau posisi panel surya untuk mengikuti intensitas matahari. Dengan demikian sistem kendali akan selalu mengatur posisi baik panel surya dan tersebut pada posisi yang optimal untuk menghasilkan daya yang maksimal atau terbaik. Dan kita dapat mengetahui kecepatan angin untuk menentukan energi potensial yang optimal untuk digunakan pada saat maupun kondisi tertentu.

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk merancang pengendali pembangkit listrik energi terbarukan hibrida secara waktu nyata yang dapat memberikan hasil keluaran daya yang maksimal, efektif dan efisien di ladang pertanian/perkebunan yang tidak ada aliran listrik.

ada 3 kondisi yang didapat dilapangan dengan hasil pengolahan citra digital. Dimana jika posisi matahari pada sudut  $45^\circ$  maka kamera akan membaca posisi matahari berada pada  $<90^\circ$  dengan demikian panel akan bergerak ke kiri atau berlawanan arah dengan jarum jam sehingga panel akan bergerak ke posisi dimana matahari berada. Dan jika posisi matahari pada sudut  $90^\circ$  maka kamera membaca matahari berada segaris lurus dengan kamera. Dan bila matahari berada pada posisi  $135^\circ$  maka kamera akan membaca posisi matahari berada di posisi  $>90^\circ$ . Dan jika kondisi dilapangan pada saat pengujian berlangsung mengalami kondisi alam berupa mendung atau berawan dan tidak memungkinkan pembacaan kamera terhadap matahari maka kamera tidak akan memproses citra, sehingga posisi panel akan diam berada pada saat terakhir kamera membaca adanya citra dari matahari

#### A. Citra warna

Citra warna merupakan citra dari setiap *pixel* yang nilainya ditentukan dari komponen nilai warna dasar yaitu merah, biru dan hijau. Kombinasi dari ketiga warna dasar tersebut akan menghasilkan suatu warna tertentu. Nilai dari masing-masing komponen warna dasar merah, biru dan hijau memiliki rentang tertentu berdasarkan tipe data yang dipakai. Banyaknya jumlah



Gambar 1. Kombinasi warna RGB [9]

bit akan memberikan variasi warna yang lebih banyak pula. Akan tetapi dalam pengolahan citra, semakin banyak jumlah bit, maka semakin lama proses komputasi dari pengolahan citra. Kombinasi warna RGB dapat dilihat pada Gambar 1.[9]

#### B. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler Atmega 2560 berdasarkan (datasheet) memiliki 54 digital pin input atau output (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM atau *Pulse Width Modulation*), 16 analog input, 4 UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP (*In-Circuit Serial Programming*), dan tombol reset. Semuanya diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau *power* dengan adaptor AC (*Alternating Current*) – DC (*Direct Current*) atau baterai [5]. Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2. [6]

#### C. Sensor Kamera CMU CAM5

Pixy Cam CMU5 (gambar 3) merupakan modul kamera yang dilengkapi sensor gambar dan di dalamnya ditanamkan prosesor *dual core*. Modul kamera ini dilengkapi aplikasi *open source* yang bernama PixyMon. Dengan aplikasi PixyMon dapat dilakukan konfigurasi pengolahan gambar sesuai keinginan. Pixy Cam CMU5 menggunakan algoritma berbasis warna untuk mendeteksi benda-benda.

Pixy akan menghitung warna dan saturasi setiap *pixel* RGB dari sensor gambar dan menggunakannya sebagai parameter penyaringan warna. Segala proses masukan dari sensor gambar *omnivision* akan di olah oleh prosesor *dual core* NXP LPC4330. Sudut pandang jangkauan kameranya 750 untuk bidang horisontal dan 470 untuk bidang vertikal. Komunikasi data yang digunakan adalah komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*) yang biasanya digunakan dengan Arduino, dengan tegangan kerja 5 V dan arus 140 mA [9].

Pixy dapat dengan mudah terhubung ke banyak kontoler yang berbeda karena mendukung beberapa pilihan antarmuka seperti (*serial*, UART, SPI, I2C, USB, atau keluaran digital/analog), tetapi Pixy pertama-tama dikembangkan untuk dapat berkomunikasi dengan Arduino. Pixy juga telahdikembangkan dengan menambahkan dukungan untuk



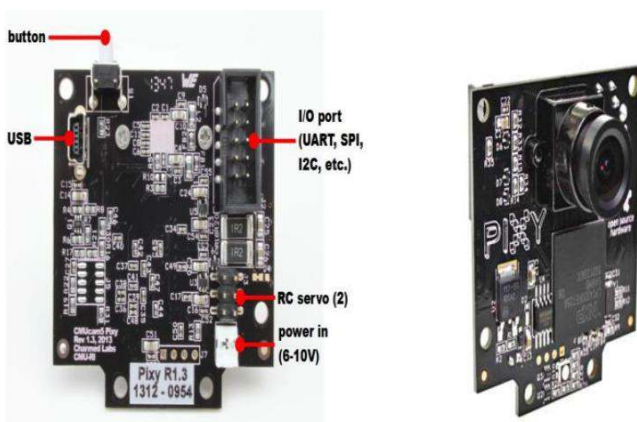
Gambar 2. Arduino Mega 2560 [6]

Arduino Due, Raspberry Pi, dan BeagleBone Black. Library software telah disediakan untuk semua platform sehingga proses pemrograman dapat berjalan dengan mudah dan cepat. Selain itu pada Pixy juga disediakan API Python jika menggunakan kontroler berbasis Linux (misalnya Raspberry Pi, BeagleBone). Pixy menggunakan algoritma berbasis penyingkapan warna untuk mendeteksi benda-benda. Metode penyingkapan berdasarkan warna yang populer karena cepat, efisien, dan relatif kuat. Penyingkapan warna yang biasa dikenal menggunakan RGB (merah, hijau, dan biru) untuk mewakili warna. Pixy menghitung warna (hue) dan saturasi dari setiap pixel RGB dari sensor gambar dan menggunakan nilai sebagai parameter penyingkapan utama. Perubahan pencahayaan dapat memiliki *frustrating effect* pada algoritma penyingkapan warna [6].

Pixy dapat menandai dan mengingat hingga 7 signature warna yang berbeda, yang berarti bahwa jika memiliki 7 objek yang berbeda dengan warna yang unik, algoritma warna penyingkapan Pixy tidak akan memiliki masalah mengidentifikasi hal tersebut. Jika membutuhkan lebih dari tujuh, maka dapat menggunakan kode warna. Pixy memproses seluruh bingkai pendeteksian 640x400 gambar setiap 1/50 detik (20 milidetik).

Ini berarti bahwa Pixy mengupdate lengkap posisi semua objek terdeteksi setiap 20 ms [6]. Pixy Cam CMU5 dapat dilihat pada Gambar 5. Untuk bagian-bagian sensor Pixy Cam CMU5 dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan referensi [6], sensor kamera Pixy Cam CMU5 mempunyai spesifikasi data sebagai berikut :

1. Processor : NXP LPC4330, 204 MHz, dual core
2. Image sensor : Omnivision, OV9715, 1/4", 1280x800
3. Lens field-of-view : 75° horizontal dan 47° vertikal
4. Tipe Lensa : standard M12 (several different types available)
5. Konsumsi daya : 140mA

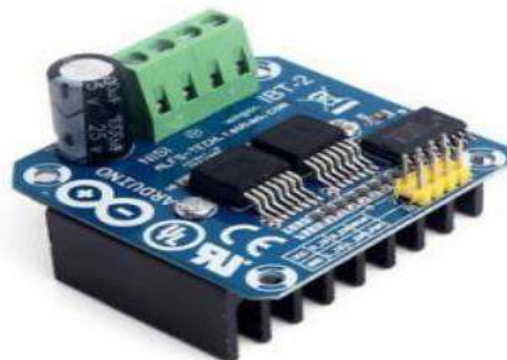


Gambar 3. CMUCAM5 [9]

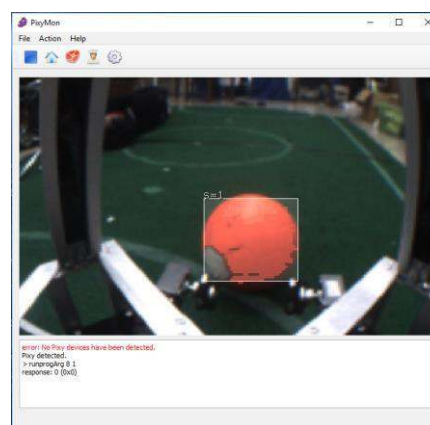
6. Power input : USB input (5V) atau unregulate input (6V sampai 10V)
7. RAM : 264 Kb
8. Flash : 1 Mb
9. Available data output : UART serial, SPI, I2C, USB, digital, analog
10. Dimensi : 2,1" x 2,0" x 1,4"
11. Berat : 27 gram

D. Software PixyMon

PixyMon merupakan aplikasi yang bisa digunakan pada platform windows, macOS dan linux. Tampilan software PixyMon dapat dilihat pada Gambar 7. Aplikasi ini bisa membantu anda mengkonfigurasi pixy, mengatur port keluaran dan mengelola penandaan untuk pendeteksian warna. PixyMon berkomunikasi dengan sensor kamera Cam CMU5 melalui kabel standar USB mini. PixyMon sangat bagus untuk melakukan debug aplikasi. Anda bisa memasang kabel USB ke belakang Pixy dan menjalankan PixyMon serta anda dapat melihat apa yang Pixy lihat dan itu terhubung ke arduino atau mikrokontroler. PixyMon merupakan aplikasi yang bersifat *opensource*. [8]



Gambar 4. Driver motor H-BRIDGE BTS7960 [8]



Gambar 5. Hasil pengambilan citra dari CMUCAM5



### E. Driver motor H-BRIDGE BTS7960

Driver motor 43 Ampere H-BRIDGE adalah driver motor yang ditunjukkan pada Gambar 4, yang mempunyai kemampuan daya yang tinggi yang berisikan dua chip BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan. Driver motor DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43 Ampere, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan yaitu antara 5.5Volt DC – 27 Volt DC. Sedangkan tegangan *input* level antara 3.3 Volt DC – 5 Volt DC [8].

### F. Sistem Kendali

Sistem Kendali adalah seperangkat komponen yang saling berhubungan/dihubungkan sedemikian rupa sehingga mampu memerintah, mengarahkan, atau mengatur dirinya sendiri bahkan sistem/proses yang lain.

Sistem pengendalian digolongkan menjadi 2 yaitu :

- 1). Sistem Pengendalian “Untai Terbuka” (*Open Loop System*), adalah suatu sistem yang tindakan pengendaliannya bebas dari keluarannya.
- 2). Sistem Pengendalian “Untai Tertutup”(*Closed Loop System*), adalah suatu sistem yang tindakan pengendaliannya tergantung pada keluarannya.

### G. Sensor tegangan

Sensor tegangan berfungsi membaca nilai tegangan suatu rangkaian. Arduino dapat membaca nilai tegangan dengan memanfaatkan pin analog. Jika range tegangan yang dibaca diantara 0-5 V bisa langsung menggunakan pin analog, sedangkan jika range tegangan yang dibaca >5V harus menggunakan rangkaian tambahan yakni pembagi tegangan karena pin arduino bekerja pada max 5 v. Prinsip kerjanya adalah membuat perbandingan antara tegangan asli dengan tegangan yang terbaca. Bentuk fisik dari sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 6.

### G. Panel surya

Sel Surya atau Solar Cell (gambar 7) adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek

Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (Photodiode), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik. Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya.

### H. Generator turbin angin

Generator listrik memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Ada berbagai jenis generator yang dapat digunakan dalam sistem turbin angin, antara lain generator serempak (*synchronous generator*), generator tak-serempak (*unsynchronous generator*), rotor sangkar maupun rotor belitan ataupun generator magnet permanen. Penggunaan generator serempak memudahkan kita untuk mengatur tegangan dan frekuensi keluaran generator dengan cara mengatur-atur arus medan dari generator. Sayangnya penggunaan generator serempak jarang diaplikasikan



Gambar 6. Sensor tegangan



Gambar 7. Sel surya

karena biayanya yang mahal, membutuhkan arus penguat dan membutuhkan sistem kontrol yang rumit. Generator tak-serempak sering digunakan untuk sistem turbin angin dan sistem mikrohidro, baik untuk sistem *fixed-speed* maupun sistem *variable speed*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan Sistem

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yang dilakukan meliputi dua buah tahapan perancangan, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan desain dan perancangan rangkaian penyambungan komponen kontroler. Sedangkan perancangan perangkat lunak meliputi perancangan alur sistem kerja robot serta pembuatan program berupa *source code* pada *software* Arduino IDE.

#### 1) Konsep dasar perancangan alat

Dalam penelitian sistem pembangkit listrik tenaga hibrida berbasis citra, integrasi antara dua elemen utama sangatlah penting yakni perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Kedua elemen ini menjadi sangat penting dalam perancangan sistem, dan menjadi konsep dasar dalam merancang alat ini. Konsep dasar ini menjadi sebagai salah satu pedoman untuk memilih bahan, maupun untuk merencanakan bentuk yang dinilai baik untuk dijadikan pembangkit listrik hibrida, yang mana bisa sesuai dengan tempat yang akan diletakkan sistem pembangkit hibrida ini. Berikut ini bagan dari sistem kontrol pembangkit listrik hibrid berbasis citra. Bagan sistem pembangkit listrik hibrida berbasis citra memiliki dua masukan. Masukan yang pertama berupa sensor kamera, yang mana kamera ini akan berfungsi melihat citra dari matahari. Kamera yang digunakan ialah kamera pixy, kamera ini langsung di hubungkan dengan Arduino mega2560. Data yang di hasilkan oleh kamera pixy berupa warna yang kemudian akan dibaca oleh Arduino mega2560 sebagai mikrokontroler. Citra matahari akan difilter pada kamera sebagai sensor sehingga kamera pixy akan membaca citra matahari dalam berupa bulatan berwarna putih. Dengan demikian kamera pixy bisa mendapatkan citra

dari matahari dengan mudah dan dengan hasil yang sesuai untuk nantinya diolah dalam mikrokontroler. Dalam Arduino mega2560, telah tersedia port yang diperuntukan kamera pixy, sehingga kamera pixy dan Arduino mega 2560 dapat terintegrasi dengan mudah.

Masukan yang kedua berupa *rotary encoder*, masukan yang kedua ini digunakan untuk memonitor/membaca nilai sudut pergerakan dari matahari yang nantinya akan di sesuaikan dengan sudut perputaran motor dc sebagai aktuator (penggerak) panel untuk mengikuti titik arah cahaya matahari. *Rotary encoder* ini dihubungkan dengan mikrokontroler dengan menggunakan kabel jumper dan di hubungkan pada pin pwm yang ada pada Arduino mega2560. Setelah Arduino dan *rotary encoder* membaca nilai yang dinilai sama dengan nilai yang dibaca oleh sensor kamera maka Arduino akan mengirimkan sinyal ke motor dc untuk berhenti berputar. Dengan demikian panel akan terlihat mengikuti arah perpindahan matahari.

#### A. Sistem kontrol sun tracker.

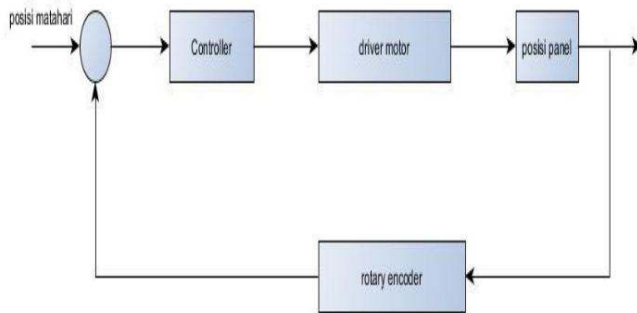
Dapat kita lihat (gambar 9) pada sisi kiri merupakan *set point* yang dalam hal ini adalah posisi matahari yang telah dibaca oleh sensor kamera, yang kemudian diolah dalam kontroler yang selanjutnya mengirimkan perintah ke driver motor untuk berputar searah jarum jam ataupun berlawanan jarum jam yang nantinya dari perputaran motor ini dapat mempengaruhi sudut posisi panel. Dan rotary encoder merupakan feedback yang akan mencocokkan posisi panel dengan posisi matahari. Sehingga yang menjadi *output* yang ingin dikejar merupakan pergerakan sudut panel yang akan mengikuti perpindahan sudut dari matahari.

#### B. Sistem kendali tenaga hibrida.

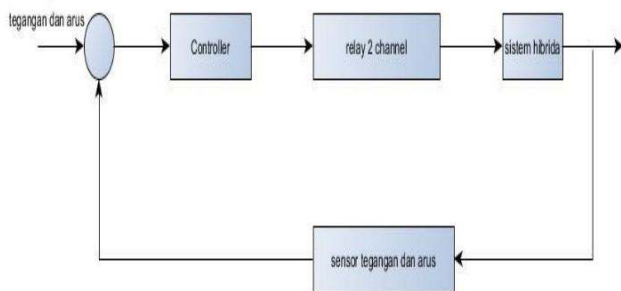
Dalam sistem kontrol ini (gambar 8) tegangan dan arus menjadi *setpoint* dimana tegangan yang kita atur adalah 12V dari masing-masing pembangkit yakni pembangkit bayu dan solar. Dari tegangan dan arus ini dikirimkan ke kontroller untuk diolah, dalam kontroler ini terjadi proses perbandingan antara nilai *setpoint* dengan nilai yang terbaca pada sensor tegangan dan arus yang kemudian dari kontroler akan membaca nilai yang kurang dari *setpoint* maka pada tahap selanjutnya relay akan memutuskan arus yang mengalir dan lebih memilih pembangkit yang memiliki nilai tegangan yang mencapai nilai 12V. maka terjadilah proses penggabungan antara dua buah pembangkit yang akan lebih mengefisiensikan proses pengisian daya ke baterai.



Gambar 8. Diagram sistem tenaga hibrida



Gambar 9. Diagram kontrol sun tracker

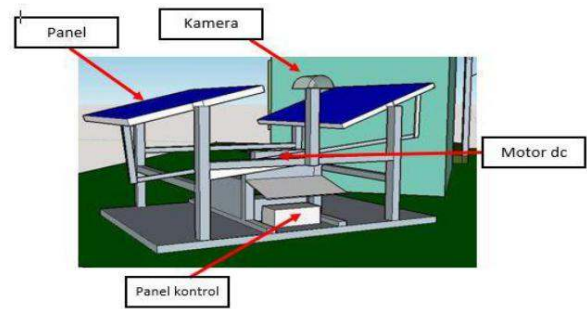


Gambar 10. Diagram kontrol sistem hibrida

### C. Desain dan penempatan komponen pada pembangkit listrik hibrida

Desain pembangkit ini (gambar 10,11 dan 12) dibuat agar dapat hemat ruang dan disesuaikan dengan penempatan perangkat ini yakni di luar ruangan, sehingga rancangan alat ini haruslah tahan terhadap cuaca, hujan dan panas. Dengan demikian 2 panel surya yang di rangkai seri di tempatkan tepat di atas pembangkit agar panel dapat bekerja dengan baik. Dan turbin angin di tempatkan secara terpisah agar berfungsi sebagai mana mestinya. Untuk kamera pixy di letakkan tepat berada di samping panel dengan ketinggian 80cm dari dasar pembangkit hal ini bertujuan untuk mempermudah kamera mengambil citra matahari. Untuk peletakan accumulator berada di dalam pembangkit, untuk melindungi accumulator dari hujan dan panas. Inverter 1000w, *solar charge controller* diletakan berdekatan dengan accumulator yaitu di dalam pembangkit dan berada tepat di depan accumulator, dan di lindungi dengan acrylic guna menghindari masuknya air ketika hujan.

Untuk bagian panel kontrol di letakan di atas accumulator yang berdekatan dengan posisi kamera, hal ini dibuat agar mempermudah proses pengambilan data maupun bila mana diperlukan perawatan, atau pembangkit butuh di *coding* ulang. Dan juga peletakan panel kontrol ini dirancang dekat kamera untuk mempermudah koneksi dari kamera ke kontroler.



Gambar 11. Desain penempatan komponen

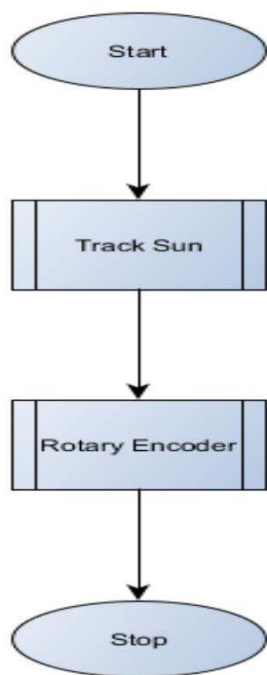


Gambar 12. Desain pembangkit tenaga hibrida

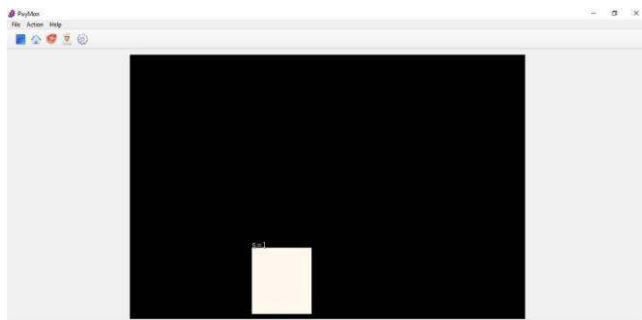
### D. Perancangan perangkat lunak

Untuk mempermudah perancangan perangkat lunak pengontrolan sistem kendali tenaga hibrida ini terlebih dahulu dibuat diagram alur (*flowchart*) seperti yang digambarkan pada gambar 13, untuk menjabarkan alur kerja sistem kendali hibrida berbasis citra digital ini. Berikut ini adalah diagram alur untuk lacak matahari. posisi awal dari pelacakan matahari berada pada posisi  $90^\circ$ . Pada posisi ini sensor kamera akan melacak posisi keberadaan matahari, dan bila matahari berada pada posisi melebihi dari posisi titik tengah yaitu posisi *standby* maka motor akan bergerak lebih dari  $90^\circ$ . Dan jika posisi matahari tepat berada di posisi tengah maka motor akan diam pada posisi tengah yakni  $90^\circ$ . Sedangkan untuk posisi matahari kurang dari  $90^\circ$  dititik tengah maka motor akan berputar berputar kurang dari  $90^\circ$ . Hal ini dilakukan agar posisi sudut perputaran motor sama dengan posisi dari matahari agar panel surya yang berada pada motor akan terlihat sedang mengikuti pergerakan posisi matahari.

Bila sensor tidak membaca adanya matahari maka motor akan kembali pada posisi *standby*. Begitu seterusnya proses ini dilakukan secara berulang-ulang. Proses selanjutnya yakni *feedback* dari pergerakan motor. alur untuk *feedback* pergerakan sudut motor dijelaskan bahwa posisi awal berada pada  $90^\circ$ . Pada rotary encoder ini adalah output analog. Jika motor berada pada posisi kurang dari  $90^\circ$  maka encoder akan membaca nilai analog kurang dari  $90^\circ$ . Dan bila posisi motor =  $90^\circ$  maka encoder akan membaca nilai analog sama dengan  $90^\circ$ , tapi nilai analog berada lebih kecil dari tengah motor akan berputar ++ begitu pula dengan posisi motor lebih besar dari tengah maka motor akan berputar --. Proses ini



Gambar 13. Flowchart sistem kendali tenaga hibrida berbasis citra digital



Gambar 14. Hasil desain *plotting* citra warna pada kamera

dilakukan agar memastikan posisi sudut antara posisi matahari dari kamera dan perputaran motor dapat sama.

Pada sistem kendali pembangkit listrik hibrida berbasis citra ini yang pertama dilakukan yakni melacak posisi sudut matahari. Jika sensor telah menemukan posisi matahari maka motor akan berputar mengikuti posisi sudut tersebut. Dan sebagai *feedback* maka diperlukannya *rotary encoder* agar sudut perputaran motor dapat sama dengan posisi sudut matahari yang diterima dari sensor kamera. Dengan demikian pembangkit ini terlihat mengikuti pergerakan dari matahari. Sensor kamera dapat membaca cahaya matahari dengan membuat cahaya matahari tersebut menjadi warna putih dan selain dari itu menjadi warna hitam.

#### E. Pengolahan citra digital

Alur proses pengolahan citra digital pada sistem ini. Dimana blok pertama ialah adalah pengenalan dari citra matahari yang ditangkap oleh sensor kamera, dalam hal ini sensor akan mengenali cahaya matahari yang masuk pada kamera sebagai citra atau gambaran dari matahari. Dan pada blok yang kedua merupakan blok proses dimana kontroler yang ada pada kamera melakukan pengolahan citra dari matahari, yang mana



Gambar 15. Hasil desain pembangkit tenaga hibrida

matahari citra matahari diubah menjadi warna putih, dan dengan demikian kamera mengenali warna putih sebagai matahari.

Blok yang ketiga merupakan hasil pengolahan citra matahari yang selanjutnya hasil ini dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil desain

Perancangan desain pembangkit ini dibuat agar dapat bekerja dengan tepat. Pembangkit didesain sedemikian rupa sehingga harus tahan terhadap cuaca, panas maupun hujan dikarenakan pembangkit ini akan diletakkan di luar ruangan. Dan peletakan pembangkit ini harus ditempat yang terbuka, mengingat pembangkit ini menggunakan panel surya dan turbin angin, hal ini dikarenakan untuk mendapatkan sinar matahari yang baik dan kuat angin yang baik pula sehingga pembangkit dapat bekerja secara optimal. Desain *plotting* citra warna pada kamera dapat dilihat pada gambar 14. Untuk hasil desain pembangkit tenaga hibrida dapat dilihat pada gambar 15.

#### B. Hasil pembacaan kamera

Tampilan data matahari ini diambil dilihat dari respon sensor kamera, dan dari alur sistem yang telah dibuat. Untuk intensitas cahaya yang akan masuk ke panel surya yang baik adalah pukul 9.00 sampai pukul 15.00, maka untuk pengambilan data dari sensor kamera ini dilakukan sebanyak



TABEL I  
HASIL PEMBACAAN SENSOR KAMERA SERTA PERGERAKAN DARI MOTOR

No	Posisi sudut matahari	Hasil baca sensor kamera	Sudut pergerakan motor
1	45°	< 90°	CCW
2	90°	90	Diam
3	135°	>90°	CW



Gambar 16. Hasil pergerakan sudut motor terhadap matahari

TABEL II  
PENGUKURAN KECEPATAN ANGIN

Jam	Kecepatan Angin	Kondisi Cuaca
Pukul 15.00	1,37 Km/h	Cerah
Pukul 15.30	1,4 Km/h	Cerah
Pukul 16.00	6,23 Km/h	Cerah
Pukul 16.30	5,47 Km/h	Cerah
Pukul 17.00	4,11 Km/h	Berawan
Pukul 17.30	5,43 Km/h	Berawan
Pukul 18.00	1,21 Km/h	Hujan ringan

3 kali yaitu pada pukul 9.00, pukul 12.00 dan pukul 15.00. ketiga data inilah yang nantinya akan diolah oleh kontroler sehingga panel akan bergerak mengikuti tiap-tiap arah dari matahari.

#### 1) Hasil pergerakan sudut motor terhadap perpindahan matahari

Dari analisa yang dilakukan di lapangan untuk proses pengambilan data, kita mendapatkan beberapa gambaran terhadap pergerakan panel surya (gambar 16) terhadap perubahan sudut dari matahari. Serta gambaran dari *plotting* citra warna dari matahari dari hasil pembacaan sensor kamera yang ditampilkan pada *pixyMon*. Hasil dari pengambilan data ini diambil pada pukul 11.00- 13.00 WITA sampai dengan pukul 13.00-15.00,

dikarenakan penyerapan intensitas cahaya matahari yang baik dan optimal untuk panel surya yakni di antara pukul 9.00-10.00 WITA sampai dengan pada pukul 14.00-15.00 WITA. Proses *plotting* warna yang di hasilkan adalah sebagai berikut ini.

Dari tabel I hasil dapat dilihat ada 3 kondisi yang didapat dilapangan dengan hasil pengolahan citra digital. Dimana jika posisi matahari pada sudut 45° maka kamera akan membaca posisi matahari berada pada <90° dengan demikian panel akan bergerak ke kiri atau berlawanan arah dengan jarum jam sehingga panel akan bergerak ke posisi dimana matahari berada. Dan jika posisi matahari pada sudut 90° maka kamera membaca matahari berada segaris lurus dengan kamera. Dan bila matahari berada pada posisi 135° maka kamera akan membaca posisi matahari berada di posisi >90°. Dan jika kondisi dilapangan pada saat pengujian berlangsung mengalami kondisi alam berupa mendung atau berawan dan tidak memungkinkan pembacaan kamera terhadap matahari maka kamera tidak akan memproses citra, sehingga posisi panel akan diam berada pada saat terakhir kamera membaca adanya citra dari matahari.

#### 2) Hasil pengukuran kecepatan angin

Pembangkit listrik hibrida ini menggunakan 2 buah elemen pembangkit listrik yang berbeda, untuk kali ini menggunakan panel surya dan turbin angin. Maka pengukuran angin dirasa amatlah penting. Pengukuran kecepatan angin ini dilakukan 2 hari pada pukul 15.00 dan mengambil sampel kecepatan angin setiap setengah jam, dengan sebanyak 7 data contoh. Tabel II adalah hasil pengukuran kecepatan angin yang dilakukan di lapangan basket UNSRAT, manado. Dengan menggunakan alat ukur *anemometer* untuk Km/h.

#### 3) Gerbang logika pembangkit listrik

Pada hasil pengujian ini di ambil data yang telah disimulasikan terlebih dahulu (tabel III). Simulasi ini dilakukan berdasarkan keadaan sesungguhnya atau sesuai dengan tegangan yang dibangkitkan dari masing-masing pembangkit. Pembangkit bayu dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar



TABEL III  
LOGIKA PADA SISTEM PEMBANGKIT HIBRIDA

Panel surya	Turbin angin	Keluaran
High	High	Panel surya dan turbin angin
High	Low	Panel surya
Low	High	Turbin angin
Low	Low	Tidak mengisi

3V dan pembangkit panel surya dapat membangkitkan sampai dengan 12V, dengan *setpoint* pada sensor yaitu 2V pada pembangkit bayu dan 12V pada panel surya. *Setpoint* inilah yang nantinya akan menjadi pembanding antara nilai yang terbaca pada sensor. Dengan pengamabilan data pada beberapa kondisi yang disimulasikan agar menyerupai dengan keadaan yang terjadi dilapangan

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengamatan serta pembahasan dalam konsep pembangkit listrik hibrida berbasis citra, maka dapat ditarik kesimpulan terkait beberapa hasil dari penelitian yaitu Faktor cuaca hujan dengan intensitas tinggi sangat mempengaruhi pembangkit listrik hibrida. Dikarenakan ketika hujan intensitas tinggi panel surya tidak dapat bekerja optimal akibat dari turunnya intensitas cahaya matahari, dan juga arah angin yang berubah-ubah dengan sangat cepat sehingga turbin angin tidak dapat berputar dan menghasilkan tegangan listrik yang baik.

Letakan kamera pada posisi lebih tinggi dari panel surya. Posisi sumbu vertikal dari turbin angin harus tegak lurus dan memiliki lebar penampang yang luas agar angin yang masuk dapat memutar turbin. Posisi turbin angin juga mempengaruhi perputaran turbin sehingga baiknya turbin di letakan pada tempat yang tinggi.

Motor dc yang digunakan untuk memutar panel motor dc yang *high torque* hal ini diperlukan agar motor yang digunakan mampu mengangkat beban dari panel.

Kecepatan angin dilapangan unsrat tidak cukup untuk memutar turbin berdasarkan proses pengujian dan pengambilan data dilapangan, dibutuhkan paling kurang 15Km/h-17Km/h untuk mendapatkan tegangan 3-5V, sedangkan angin yang ada dilapangan basket kurang dari 10Km/h



Gambar 17. Hasil pengambilan citra matahari pada kamera

##### B. Saran

Pada penelitian ini ada beberapa saran yang dapat penulis sampaikan sebagai pengembangan dikemudian hari yaitu sebagai berikut

Gunakan sensor kamera yang lebih tahan terhadap cuaca panas maupun hujan dengan resolusi kamera yang tinggi.

Gunakan motor dc yang memiliki torsi lebih tinggi sehingga cocok untuk beban yang berat.

Gunakan turbin angin dengan sumbu vertikal yang presisi, dan penampang lebar.

Perhatikan peletakan pembangkit sebaiknya ditempat yang terbuka dan jauh dari pohon.

Gunakan batray dan inverter yang besar untuk penggunaan yang lebih lama, dan untuk penggunaan daya besar.

Perhatikan penempatan kamera pada pembangkit, sehingga dapat mengoptimalkan proses pembacaan pada kamera.

Lakukan pengujian secara simulasi terlebih dahulu dan melakukan analisa berdasarkan data yang didapat dari pengujian guna mengurangi kemungkinan kerusakan komponen pada saat proses pengujian alat dengan sistem *trial and error*.

#### V. KUTIPAN

- [1] Motor DC, <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>, 10 Agustus 2018.
- [2] Arianto Rangga, Pemanfaatan Teknologi Pembangkit Listrik Hybrid Pada Peternakan Ayam Desa Sukonolo Kabupaten Malang, Teknik Energi Listrik S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, 10 Juli 2018
- [3] Iswanto, Peranan Teknologi Solar Cell Dalam Peningkatan Daya Saing Usaha Kecil Dan Menengah, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 10 Juli 2018
- [4] Stalony, V. E, Deteksi Panas Transformator Daya Menggunakan Kamera Thermal Berbasis Arduino, Teknik Elektro, <http://www.instructables.com/id/Thermal-Camera/>, 20 Agustus 2018.
- [5] Murti, M. A, Aplikasi Image Processing Dalam Penggunaan Kamera Sebagai Sensor Api, Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, 10 Agustus 2018
- [6] Arduino, cc. Arduino Mega 2560 Rev3, <https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>, 28 Mei 2018
- [7] Anonimous, 2006. Panduan Penulisan Karya Tulis Ilmiah Sarjana (KTIS). Departemen Pendidikan Nasional Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Manado
- [8] Lahimade, V. S. 2018. Rancang Bangun Robot Penendang Bola Menggunakan Pengendali PID. Skripsi Prpgram S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi. Manado
- [9] Rowe, A. and Le Grand, R. and Robinson, S., CMUCam5 Pixy. <http://cmucam.org/projects/cmucam5>, 20 Juni 2018



Penulis bernama lengkap Riecky Sebastian Samuel Poekoel anak tunggal dari Dr.Eng Vecky C. Poekoel, ST., MT (ayah) dan Tjerie Pangemanan, ST.(ibu). Lahir di Manado pada tanggal 22 September 1996. Yang pada saat ini beralamat di Manado jln. Air terang. Sekolah TK di St. Malaikat pelindung, manado (2001-2002) kemudian melanjutkan ke SDK Paulus III, Bandung (2002-2006) dan SD Kat

St. Theresia 01 Manado (2006-2008) selanjutnya SMP Kat Pax Christi (2008-2011) dan menyelesaikan sekolah tingkat atas di SMA Rex Mundi Manado (2011-2014). Tahun 2014, penulis melanjutkan studi di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado. Dua tahun kemudian, yaitu tahun 2016, penulis memilih konsentrasi minat Teknik Kendali. Penulis melaksanakan kerja praktek di PT. MSM (Meares Soputan Mining) Likupang selama 2 bulan yaitu pada tahun 2017. dan melaksanakan Kuliah Kerja Terpadu angkatan 116 di kelurahan girian weru dua Bitung. Selama studi di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Jurusan Teknik Elektro, penulis merupakan anggota organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Unsrat, *Control Engineering Comunity* (CEC), KMK (Keluarga Mahasiswa Katolik) Unsrat dan ikut aktif melaksanakan kontes robot antar SMA/SMK se Sulawesi Utara SURO-CUP 2016, SURO-CUP 2017, dan SURO-CUP 2018. Penulis telah selesai melaksanakan pendidikan di tingkat tinggi di Universitas Sam Ratulangi, Manado, fakultas teknik jurusan teknik elektro pada tanggal 30 november 2018.