

Rancang Bangun Sistem Kendali Pompa Air Bersih Bertenaga Surya Di Kawasan Relokasi Korban Banjir Pandu

William H.S Molle, Vecky C. Poekoel, Feisy D. Kambey

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, Indonesia

E-mail : Hikari.molle@gmail.com, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, feisykambey@unsrat.ac.id

Diterima: 25 Juni 2020; direvisi: 30 Juni 2020 ; disetujui: 30 Juni 2020

Abstract — Power plants are now indispensable for various interests in various sectors of life in the world today, not least in Indonesia which requires a large supply of electricity. Judging from the geographical location of Indonesia, it is an archipelagic country that electricity supply is often not easy to obtain. However, in the condition of this geographical location, we can also utilize several power plants that can work optimally enough to fill the shortage of electricity in places that are in short supply, such as in relocating victims of the scout. That way the design of this solar powered water control system was built. This system not only solved the problem of lack of electricity in some areas, this system also solved the problem of lack of clean water supply to flood victims such as the relocation of flood victims on this guide. This system optimizes the power generated by solar panels to pump water from clean water sources around us, by using a DC Submersible pump. The selection of pumps is very difficult to choose and because this system wants to optimize the power generated from the panel, even this pump was chosen because its power load is arguably small making solar panels can supply this pump. By using a flow sensor we can also calculate the flow of water that has been pumped and also we can measure the height of the water in the tank by using the Time of Flight water level sensor. And the microcontroller that controls this system is Arduino Mega2560.

Keywords : DC Submersible Pump, Flow Sensor, Time of Flight, Arduino Mega2560, solar panels

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 yang dapat bekerja dengan cukup optimal untuk mengisi kekurangan daya listrik di tempat-tempat yang kurang pasokan, seperti di relokasi korban bencana pandu. Dengan begitu dibualah rancang bangun sistem kendali air bersih bertenaga surya ini. Sistem ini bukan hanya memecahkan masalah dari kurangnya daya listrik di beberapa daerah, sistem ini juga memecahkan masalah kurangnya pasokan air bersih pada korban banjir seperti di relokasi korban banjir di pandu ini. Sistem ini mengoptimalkan daya yang dihasilkan panel surya untuk memompa air dari sumber air bersih yang ada di sekitar kita, dengan menggunakan pompa DC Submersible. Pemilihan pompa sangat sulit untuk dipilih dan karena sistem ini ingin mengoptimalkan daya yang dihasilkan dari panel maka pompa inipun dipilih karena beban dayanya yang bisa terbilang kecil membuat panel surya bisa men-supply pompa ini. Dengan menggunakan flow sensor juga kita dapat menghitung debit air yang sudah terpompa dan juga kita bisa mengukur ketinggian air yang ada di tangki dengan menggunakan sensor ketinggian

air Time of Flight. Dan mikrokontroller yang mengendalikan sistem ini adalah Arduino Mega2560.

Kata Kunci : Pompa DC Submersible, Flow Sensor, Time of Flight, Arduino Mega2560, Panel Surya

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan teknologi berkembang sangat pesat. Hampir setiap saat muncul inovasi-inovasi baru bahkan inovasi-inovasi yang sudah lama pun mulai dikembangkan seperti pada pembahasan ini yang mengembangkan pompa air dan juga pembangkit listrik tenaga surya yang digabungkan menjadi Pompa Air Bersih Bertenaga Surya.

Inovasi ini akan memecahkan masalah tentang banyak rumah yang terkadang susah mendapatkan air bersih yang dikarenakan pemadaman lampu atau tidak tersedianya listrik di kawasan relokasi korban banjir Pandu. Hal ini yang menyebabkan pasokan air bersih terhambat. Maka dari itu dalam pembahasan kali ini bagaimana kita bisa menampung air bersih dengan pengisian secara otomatis menggunakan tenaga surya.

Pada kesempatan ini saya akan membuat sebuah sistem kendali yang bertujuan untuk mengendalikan sebuah pompa air secara otomatis untuk mengisi tangki air dan juga memonitoring ketinggian air dari tangki tersebut.

A. Sistem Kendali

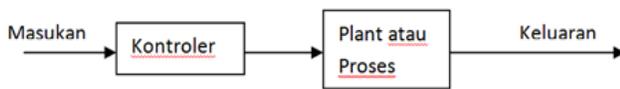
Sistem kendali merupakan suatu komponen yang memiliki proses pengendalian untuk mengatur atau mengubah suatu system berdasarkan masukan dan keluaran yang dihasilkan. Berdasarkan tipe kendalinya, sistem kendali terdiri atas 2 yaitu sistem kendali loop terbuka dan sistem kendali loop tertutup:

1) Sistem Kendali Untai Terbuka

Pada sistem kendali loop terbuka, sinyal keluarannya tidak berpengaruh langsung terhadap proses pengendalian. Sinyal keluaran yang dihasilkan tidak dapat dikembalikan untuk mengubah sinyal masukan. Sehingga setiap masukan memiliki kondisi yang tetap dan harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Bagan dari sistem kendali untaian terbuka bisa dilihat pada gambar 1.

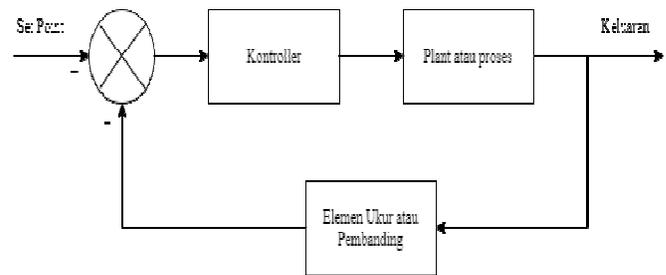
2) Sistem Kendali Untai Tertutup

sistem kendali loop tertutup, sinyal keluarannya berpengaruh langsung terhadap proses pengendalian. Sistem



Gambar 1. Sistem Kendali Untai Terbuka

kendali loop tertutup disebut juga sebagai sistem kendali umpan-balik dikarenakan aksi umpan-balik yang terjadi dapat memperkecil kesalahan dari sistem tersebut. Bagan sistem dari sistem kendali untai tertutup bisa di lihat pada gambar 2.[1]



Gambar 2. Sistem Kendali Untai Tertutup

B. Panel Surya

Panel surya adalah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya menjadi arus listrik. Solar cell bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi energi cahaya matahari yang sampai ke bumi, walaupun selain dipergunakan untuk menghasilkan listrik, energi dari matahari juga bisa dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem solar thermal.[2]

C. Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan.[3]

D. Time of Flight

ToF (*Time-of-Flight*) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan obyek, perhitungan jarak didapatkan dari perbedaan pengiriman sinyal dan saat sinyal yang dikirimkan diterima kembali oleh sensor. Sinyal yang dikirimkan berupa paket yang terdiri dari gelombang mikro dengan pola yang unik, sehingga sensor akan dapat mengenali sinyal tersebut. Dibutuhkan gelombang dengan pola yang unik agar sensor dapat mengenali antara gelombang yang dikirim oleh sensor ataupun gangguan dari gelombang lain. Saat obyek memantulkan gelombang dan kembali ditangkap oleh sensor, dibutuhkan algoritma korelasi untuk mengidentifikasi pola unik dari gelombang yang dikirim atau gelombang lain yang dapat menjadi noise. Sensor LIDAR akan mengirimkan paket dengan pola yang unik setiap melakukan transmisi, hal ini diperlukan agar sensor LIDAR mudah mengidentifikasi gelombang tersebut.[4]

E. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan microcontroller berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input / output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (portserial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset.[5]

F. Soft Starter

Soft starter adalah rangkaian elektronik peredam tarikan arus yang besar ketika sebuah peralatan elektronik pertama kali dihidupkan. Fungsi utama soft starter adalah untuk membatasi arus awal yang akan melindungi kumparan dari distorsi panas khususnya untuk motor induksi dengan rotor sangkar tupai. Peningkatan efisiensi ini dilakukan dengan perubahan beban.[6]

G. Regulator

Regulator tregangan adalah bagian catu daya yang berfungsi untuk memberikan stabilitas output pada suatu catu daya. Output tegangan DC dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidak stabilan pada catu daya.[7]

H. Kapasitor

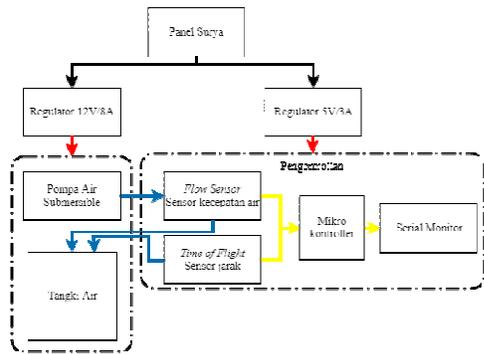
Kapasitor adalah komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron-elektron selama waktu yang tertentu atau komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor dan di pisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor di sebut keping. [8]

I. Flow Sensor

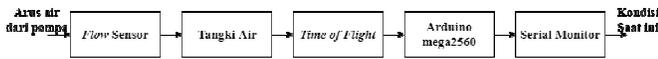
Sensor aliran adalah alat untuk merasakan laju aliran fluida. Biasanya sensor aliran adalah elemen penginderaan yang digunakan dalam flow meter, atau aliran logger, untuk merekam kecepatan atau kuat arus dari aliran material (gas, cair, bubuk).[9]

J. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan Input dari Power Inverter tersebut dapat berupa Baterai, Aki maupun Sel Surya (Solar Cell). Inverter ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC.[10]



Gambar 3. Skematik dari sistem pompa air bersih bertenaga surya



Gambar 5. Diagram blok sistem pompa air bersih bertenaga surya

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan perancangan alat ini dilakukan selama beberapa bulan. Penelitian dimulai pada bulan Juni 2019. Pada perancangan sistem pompa air bersih bertenaga surya ini akan dilakukan beberapa kali penelitian untuk mengamati dan menganalisa selain dari perubahan sudut matahari juga mengamati jumlah volume air yang dihasilkan dari jam 10.00 pagi hingga jam 15.00 sore. Tempat penelitian dan perancangan akan dilakukan dalam Laboratorium Teknik Kendali dan di taman depan Laboratorium Teknik Kendali.

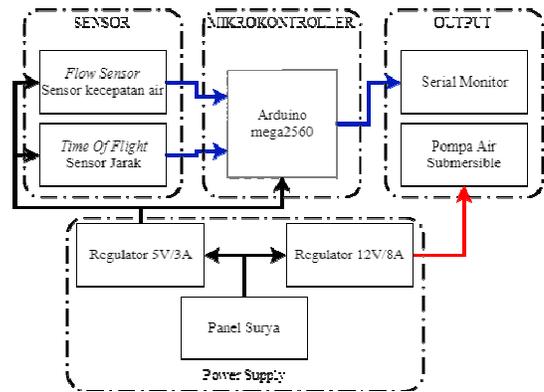
B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah bor tangan, gerinda tangan, tang, obeng, multimeter, stop kontak (terminal listrik), Laptop. Bahan yang digunakan dalam penilitan ini adalah baut, mur, kabel, black housing, paku taso, Arduino Mega2560, regulator *stepdown* 8A dan 3A, *flow* sensor, baja ringan, terminal blok, pompa air, kapasitor, rangkaian *soft starter*, lampu pijar 5W, 15W dan 25 W, fitting lampu, baterai aki, tangki air 22 liter.

C. Prosedur Penelitian

Pengambilan data dari perancangan kendali pompa air bersih menggunakan tenaga surya yaitu dimulai dengan :

- 1) Analisa kebutuhan listrik dan air yang sesuai dengan keadaan di kawasan relokasi Pandu.
- 2) Perancangan konsep untuk bentuk dan ukuran dari dudukan untuk panel surya.
- 3) Menyiapkan alat dan bahan dalam perancangan pompa air bersih bertenaga surya.
- 4) Pembuatan bodi untuk dudukan panel surya. Bahan yang digunakan untuk perancangan merupakan bahan yang kuat menahan beban berat.
- 5) Merancang pengkabelan sistem perangkat keras untuk pompa air bersih bertenaga surya.



Gambar 4. Diagram blok wiring dari sistem pompa air bertenaga surya

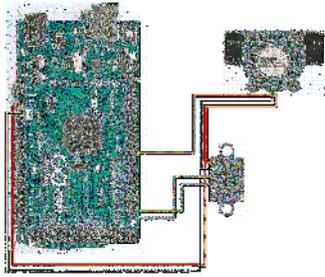
- 6) Menganalisa daya maksimal pada jam 10.00 pagi sampai 15.00 sore.
- 7) Melakukan penelitian arus maksimal dari panel menggunakan lampu pijar.
- 8) Melakukan penelitian dengan menggunakan pompa bersumber dari panel surya.
- 9) Melakukan penelitian pengujian pompa menggunakan baterai aki.
- 10) Melakukan penelitian untuk mengetahui ketinggian air dalam tangki.
- 11) Membuat laporan penelitian.

D. Konsep Dasar Perancangan Alat

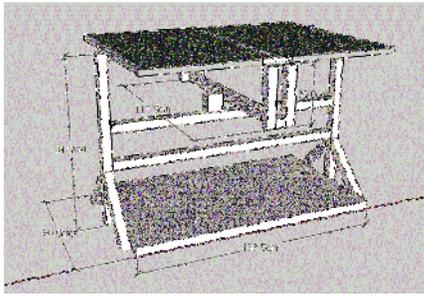
Dalam penelitian rancang bangun sistem kendali pompa air bersih bertenaga surya, terintegrasi dua elemen utama yang sangatlah penting yakni perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Kedua elemen ini menjadi sangat penting dalam perancangan sistem, dan menjadi konsep dasar dalam merancang alat ini. Konsep dasar ini menjadi salah satu pedoman untuk memilih bahan, maupun untuk merencanakan bentuk yang dinilai baik untuk perancangan sistem pompa air bersih bertenaga surya.

Dalam gambar 3 dan 4 dijelaskan bahwa Panel Surya adalah sumber tenaga utama yang *men-supply* semua alat yang ada dalam skematik sistem ini. Dalam bagan pengontrollan terdapat 2 input yaitu Flow sensor atau sensor kecepatan air yang digunakan untuk menghitung kecepatan air dari pompa dan banyaknya air yang sudah terpompa dengan cara menghitung lamanya pompa menyala dengan kecepatan air yang terbaca.

Kedua adalah *Time of Flight* (ToF) atau sensor jarak dalam penelitian ini sensor ini digunakan sebagai sensor ketinggian air, jadi bisa dikatakan bahwa sensor ini yang akan membaca ketinggian air dalam tangki air dan juga yang menjadi acuan bila air telah memenuhi tangki. Dalam bagan pengontrollan juga terdapat output yaitu serial monitor yang dimana akan menampilkan kecepatan air, volume air, dan ketinggian air. Dalam penelitian ini pompa air akan terus memompa selama panel surya mendapatkan sinar matahari karena dalam penelitian ini tangki air dianggap volumenya tak terhingga jadi bisa dikatakan bahwa penelitian ini memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh panel surya.



Gambar 6. Rangkaian sistem pengendalian



Gambar 8. Desain dudukan panel surya

Dalam blok diagram pada gambar 5 bisa dilihat input dari sistem tersebut adalah arus air dari pompa yang akan melalui Flow sensor untuk menghitung kecepatan arus air dan juga menghitung debit air yang sudah terpompa. Air yang telah terpompa dan sudah melalui Flow sensor akan di tampung di tangki air, dalam tangki tersebut akan ada sensor *Time of Flight* yang akan menghitung ketinggian air dalam tangki dan semua data yang telah terhitung oleh sensor akan di olah oleh arduino dan akan ditampilkan di serial monitor.

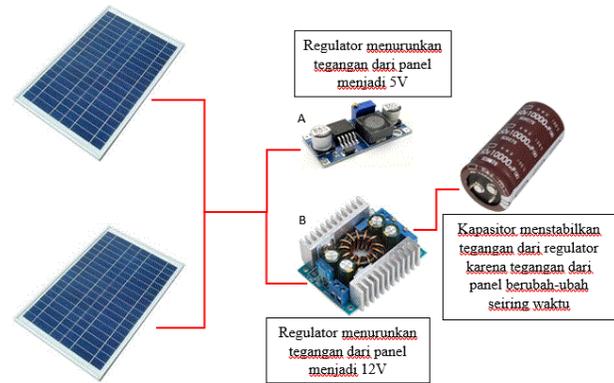
E. Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras ini dibuat dalam 2 bagian berbeda yang dimana bagian pertama adalah rangkaian untuk pengendalian menggunakan Arduino dan bagian kedua adalah rangkaian pembagian daya dari panel ke perangkat keras.

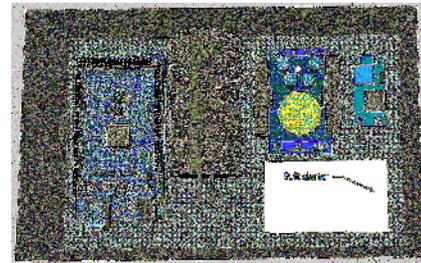
Bisa dilihat pada gambar 6 dimana Arduino sebagai pengendali utama dan *flow sensor* beserta *Time of Flight* adalah perangkat keran untuk memberikan data ke Arduino yang dimana data tersebut akan digunakan sebagai acuan data pada penelitian ini. Dalam gambar 7 dapat dilihat bahwa tegangan dari panel surya di turunkan melalui 2 buah regulator berbeda dengan tegangan 5 volt dan 12 volt, untuk regulator B yang menurunkan tegangan menjadi 12 volt keluarannya di sambung dengan kapasitor untuk menstabilkan tegangan keluaran dari regulator. Yang dimana regulator A untuk memasok daya ke arduino dan regulator B untuk memasok daya ke pompa air.

F. Desain dan Penempatan Komponen Pada Sistem Pompa Air Bersih Bertenaga Surya

Dalam gambar 8 bisa dilihat desain dan ukuran untuk setiap tiang dudukan panel surya yang akan digunakan.



Gambar 7. Skematik rangkaian untuk pembagian daya dari panel



Gambar 9. Panel kontrol dari rancang bangun sistem pompa air bersih bertenaga surya

Dan pada gambar 9 adalah desain untuk panel kontrol yang dimana di dalamnya adalah penempatan perangkat keras yang akan digunakan. Dalam gambar 10 terlihat ada 2 tangki yaitu tangki A dan tangki B. Yang dimana tangki A di anggap sebagai tangki air dan tangki B dianggap sebagai tempat mata air atau sumur. Dan untuk tinggi dari pipa air dari tangki A ke tangki B adalah 1 meter yang dimana untuk memudahkan perhitungan energi mekanik nantinya.

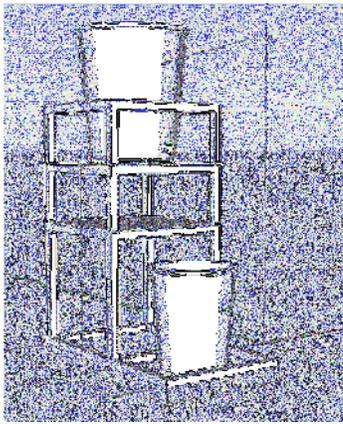
G. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam Flowchart pada gambar 11 bisa dilihat bahwa dalam alur pengontrollan dari sistem pompa air bersih bertenaga surya ini cukup sederhana karena pada dasarnya sistem ini hanya untuk menunjukkan hasil kerja dari pengontrollan dan penelitian ini banyak menggunakan perhitungan untuk menunjukkan banyaknya air yang bisa di pompa dalam jangka waktu tertentu dan banyaknya penggunaan daya selama pompa bekerja.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Kebutuhan di Kawasan Pandu

Berdasarkan data dari situs Dinas Pekerjaan Umum bahwa pemakaian air rata-rata rumah tangga di Indonesia setiap orangnya sebesar 144 liter per hari. Jadi kalau dalam 1 rumah berisi 4 orang maka kebutuhan sehari-hari dalam 1 rumah tersebut adalah 144×4 sama dengan 576 liter perharinya. Dan kalau dalam suatu tempat terdapat 5 rumah yang berisikan masing-masing 4 orang maka kebutuhan yang diperlukan sebanyak 576×5 sama dengan 2.880 liter per harinya.



Gambar 10. Desain menara tangki air

TABEL I
DATA HASIL PENELITIAN MAKSIMUM DAYA

Beban (W)	Tegangan Masukan (V DC)	Tegangan Keluaran (V AC)	Arus Keluaran (A)	Cos Φ	Daya Hitungan (W)
0	12	224	0	0.315247	0
5	12	224	0.0708	0.315247	5
10	12	224	0.1455	0.315247	10.27541
15	12	224	0.2201	0.315247	15.54376
20	12	224	0.2931	0.315247	20.69913
25	12	224	0.1085	0.315247	7.662419
30	12	224	0.1838	0.315247	12.98021
35	12	224	0.2568	0.315247	18.13557
40	12	224	0.3299	0.315247	23.29799
45	12	224	0.4015	0.315247	28.35448
50	12	224	0.2211	0.315247	15.61439
55	12	224	0.2943	0.315247	20.78387
60	12	224	0.3666	0.315247	25.8898
65	12	224	0.438	0.315247	30.93216

Berdasarkan data yang di ambil di Pandu dimana sumur bor sebagai sumber air utama penduduk dan penampungan air induk sebanyak 5 buah yang bisa menampung air sebanyak kurang lebih 5.000 liter tiap penampungnya jadi total air yang bisa di tampung kurang lebih sebanyak 25.000 liter.

B. Hasil penelitian daya

Adapun tujuan dari pengambilan data ini untuk mengetahui daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya dan beban yang digunakan untuk menjadi acuan adalah lampu pijar berdaya 5 watt, 15 watt, dan 25 watt.

Dari data yang terlihat pada tabel 1 dapat dilihat bahwa daya beban maksimal adalah 65 W, dengan besar arus sama dengan 0,438 A.

Dengan data pada tabel 1 Cos φ yang merupakan faktor daya dapat dihitung menggunakan rumus (1) segitiga daya sebagai berikut :

$$\cos \phi = \frac{\text{Beban}}{\text{Tegangan} \times \text{Arus}} \tag{1}$$

Dalam hal ini yang dihitung adalah Cos φ untuk beban 5W :

$$\cos \phi = \frac{5}{224 \times 0.0708} = 0.315274$$



Gambar 11. Flowchart dari sistem pompa air bersih bertenaga surya

TABEL II
DATA HASIL PENELITIAN POMPA AIR MENGGUNAKAN SUPPLY PANEL SURYA

Waktu (Menit)	Debit (L/min)	Volume (L)	Waktu (Menit)	DEBIT (L/MIN)	Volume (L)
1	36	34.678	31	31	1067.819
2	36	71.503	32	32	1099.131
3	35	107.216	33	32	1130.898
4	35	142.078	34	33	1163.171
5	34	177.296	35	32	1195.319
6	34	212.07	36	32	1228.105
7	33	246.211	37	33	1260.675
8	33	280.117	38	33	1293.29
9	33	313.665	39	32	1325.956
10	33	347.234	40	33	1358.532
11	37	382.503	41	31	1390.663
12	32	415.617	42	33	1422.749
13	33	448.167	43	33	1455.996
14	33	481.211	44	33	1488.495
15	33	514.508	45	31	1520.912
16	33	547.892	46	14	1548.815
17	33	580.594	47	0	1553.226
18	33	613.506	48	0	1553.226
19	33	646.494	49	0	1553.226
20	32	679.367	50	0	1553.226
21	32	711.975	51	0	1553.226
22	33	744.794	52	0	1553.226
23	32	777.959	53	0	1553.226
24	32	810.44	54	0	1553.226
25	32	842.791	55	0	1553.226
26	32	874.806	56	0	1553.226
27	32	907.029	57	0	1553.226
28	32	939.107	58	0	1553.226
29	32	1003.809	59	0	1553.226
30	32	1035.931	60	0	1553.226

Dengan perhitungan cosphi tersebut bisa dihitung berapa banyak daya yang sebenarnya terpakai dengan menggunakan rumus (2) berikut :

$$\text{Beban} = \text{Tegangan} \times \text{Arus} \times \text{Cos } \phi \tag{2}$$

TABEL III

DATA HASIL PENELITIAN POMPA AIR MENGGUNAKAN SUPPLY BATERAI AKI

Waktu (Menit)	Debit (L/min)	Volume (L)	Waktu (Menit)	DEBIT (L/MIN)	Volume (L)
1	30.89	30.89	31	30.92	960.8
2	30.99	61.88	32	30.91	991.72
3	31.13	93.01	33	30.99	1022.7
4	31.07	124.07	34	30.92	1053.62
5	31.07	155.14	35	30.92	1084.54
6	31.05	186.19	36	31.03	1115.57
7	30.96	217.15	37	31.02	1146.59
8	31.06	248.21	38	30.95	1177.54
9	30.97	279.18	39	30.82	1208.36
10	30.88	310.06	40	30.82	1239.18
11	30.92	340.98	41	30.93	1270.11
12	30.98	371.96	42	31.03	1301.14
13	30.96	402.92	43	31.06	1332.2
14	30.96	433.88	44	30.88	1363.08
15	30.95	464.83	45	30.89	1393.97
16	30.94	495.77	46	30.96	1424.93
17	31.03	526.8	47	30.88	1455.81
18	31.08	557.88	48	30.91	1486.72
19	31.04	588.92	49	31.08	1517.81
20	30.96	619.89	50	31.18	1548.99
21	31.05	650.94	51	31.12	1580.11
22	31.07	682	52	30.93	1611.04
23	31.11	713.11	53	31	1642.04
24	31.06	744.18	54	31.01	1673.06
25	30.93	775.11	55	30.95	1704.01
26	30.96	806.07	56	30.74	1734.75
27	30.93	837	57	30.33	1765.08
28	30.91	867.91	58	30.41	1798.49
29	30.99	898.9	59	30.53	1826.02
30	30.98	929.88	60	30.67	1856.69

TABEL IV

DATA HASIL PENELITIAN KETINGGIAN AIR DALAM TANGKI AIR

Volume air (L)	Ketinggian (cm)	Volume air (L)	Ketinggian (cm)
0	37	12	17
1	36	13	16
2	35	14	15
3	33	15	14
4	32	16	12
5	30	17	11
6	27	18	10
7	26	19	8
8	24	20	7
9	22	21	6
10	20	22	5
11	19		



Gambar 12. Arus dan Tegangan pompa

C. Hasil penelitian pompa air menggunakan supply panel surya

Adapun tujuan dari pengambilan data ini untuk mengetahui banyaknya air yang bisa di pompa dengan menggunakan *supply* dari panel surya dan cuaca yang tidak menentu. Dari data pada tabel 2 bisa dilihat pada tabel berikut bahwa ada waktu dimana panel surya tidak mampu men-*supply* pompa dikarenakan oleh matahari terhalangi oleh awan.

Dari data pada tabel II dapat dilihat pada menit 47 pompa tidak memompa air yang dikarenakan panel surya tidak mampu men-*supply* pompa karena matahari yang tertutup oleh awan. Dalam penelitian ini bisa dilihat bahwa tidak dapat melakukan perhitungan volume air yang bisa di pompa selama 5 jam karena cuaca matahari yang tidak menentu, dengan demikian maka dilakukanlah penelitian menggunakan baterai aki untuk bisa menghitung maksimal pompa bisa memompa air dalam jangka waktu 5 jam.

D. Hasil penelitian pompa air menggunakan supply baterai aki

Penelitian ini bertujuan untuk menjadi acuan maksimum pompa air bisa bekerja dan menghitung banyaknya air yang dipompa jika panel bisa menerima panas matahari secara maksimal selama 5 jam penuh tanpa ada error seperti turunnya intensitas cahaya matahari atau bisa dibilang pada saat matahari tertutup oleh awan.

Dari data pada tabel III dapat dilihat bahwa dalam 1 jam pompa bisa memompa air sebanyak 1.856,69 L/jam dengan *supply* yang konstan dan data ini bisa dikatakan adalah volume air terbanyak dalam 1 jam pompa bekerja.

Bila dihitung dengan waktu yang diinginkan yaitu 5 jam maka bisa dikatakan 1.856,69 liter dikali 5 jam maka didapat 9.283,45 liter. Ini adalah jumlah volume maksimal yang didapat saat cuaca cerah atau tidak berawan dan tidak hujan.

E. Hasil penelitian ketinggian air dalam tangki air

Adapun tujuan dari pengambilan data ini untuk mengukur ketinggian air dalam tangki sebagai data acuan jika tangki sudah penuh. Pengambilan data ini dilakukan secara terpisah karena dalam kasus penelitian ini volume dalam tangki air dianggap tidak terbatas tapi tetap diperlukan titik acuan maksimum ketinggian air dalam tangki. Dalam penelitian ini digunakan tangki air yang bisa menampung air sebanyak 22 liter, dan menggunakan Time of Flight sebagai sensor ketinggian air dalam tangki air. Dan data tersebut bisa dilihat pada tabel 4.

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa jika air ditambah maka ketinggian air akan semakin menurun karena sensor diletakkan diatas tangki. Dari pengambilan data ini bertujuan untuk membuat acuan ketinggian air maksimum, sebelum tangki air

TABEL V

DATA HASIL PENELITIAN PERHITUNGAN ENERGI LISTRIK

n	Waktu (s) tn	Arus (A) I(tn)	Tegangan (V) V(tn)	DAYA (w)	Energi (Joule)
0	10	0,56	24,2	13,552	
1	20	0,62	24,2	15,004	142,78
2	30	0,57	24,2	13,794	143,99
3	40	0,68	24,2	16,456	151,25
4	50	0,64	24,2	15,488	159,72
5	60	0,59	24,2	14,278	148,83
6	70	0,63	24,2	15,246	147,62
7	80	0,62	24,2	15,004	151,25
8	90	0,61	24,2	14,762	148,83
9	100	0,62	24,2	15,004	148,83
10	110	0,53	24,2	12,826	139,15
11	120	0,77	24,2	18,634	157,3
12	130	0,59	24,2	14,278	164,56
13	140	0,6	24,2	14,52	143,99
14	150	0,7	24,2	16,94	157,3
15	160	0,59	24,2	14,278	156,09
16	170	0,65	24,2	15,73	150,04
17	180	0,67	24,2	16,214	159,72
18	190	0,67	24,2	16,214	162,14
19	200	0,81	24,2	19,602	179,08
20	210	0,73	24,2	17,666	186,34
21	220	0,84	24,2	20,328	189,97
22	230	0,76	24,2	18,392	193,6
23	240	0,72	24,2	17,424	179,08
24	250	0,71	24,2	17,182	173,03
25	260	0,81	24,2	19,602	183,92
26	270	0,81	24,2	19,602	196,02
27	280	0,78	24,2	18,876	192,39
28	290	0,78	24,2	18,876	188,76
29	300	0,78	24,2	18,876	188,76
30	310	0,87	24,2	21,054	199,65
31	320	0,84	24,2	20,328	206,91
32	330	0,78	24,2	18,876	196,02
33	340	0,84	24,2	20,328	204,49
34	350	0,85	24,2	20,57	204,49
35	360	0,79	24,2	19,118	198,44
36	370	0,86	24,2	20,812	199,65
37	380	0,83	24,2	20,086	204,49
38	390	0,92	24,2	22,264	211,75
39	400	0,86	24,2	20,812	215,38
40	410	0,83	24,2	20,086	204,49
41	420	0,81	24,2	19,602	198,44
42	430	0,85	24,2	20,57	200,86
43	440	0,87	24,2	21,054	208,12
44	450	0,85	24,2	20,57	208,12
45	460	0,92	24,2	22,264	214,17
46	470	0,77	24,2	18,634	204,49
47	480	0,92	24,2	22,264	216,59
48	490	0,87	24,2	21,054	212,96
49	500	0,89	24,2	21,538	211,75
50	510	0,86	24,2	20,812	211,75
51	520	0,84	24,2	20,328	205,7
52	530	0,96	24,2	23,232	217,8
53	540	0,83	24,2	20,086	216,59
54	550	0,87	24,2	21,054	205,7
55	560	0,93	24,2	22,506	217,8
56	570	0,88	24,2	21,296	219,01
57	580	0,82	24,2	19,844	205,7
58	590	0,85	24,2	20,57	202,07
59	600	0,89	24,2	21,538	210,54
Total Energi Listrik					11002,5 Joule

Waktu (menit)	Volume (L)
1	30,89
2	61,88
3	93,01
4	124,07
5	155,14
6	186,19
7	217,15
8	248,21
9	279,18
10	310,06

penyuplai air dan sebelum air akan meluap keluar karena tangki tidak bisa menampung lebih banyak air lagi.

TABEL VI
SAMPEL DATA VOLUME AIR

F. Hasil analisa kebutuhan di kawasan relokasi korban banjir Pandu

Berdasarkan data pada tabel 3 bisa dilihat bahwa pompa dapat memompa air kurang lebih sebanyak 1800 liter air dalam kurung waktu 1 jam. Jadi bisa dikatakan bahwa rata-rata air yang bisa di pompa adalah 1800/60 atau sama dengan 30 liter tiap menitnya. Jadi untuk memenuhi 1 penampung sebanyak 5.000 liter maka pompa harus bekerja selama kurang lebih 166 menit lamanya atau kurang lebih selama 2 jam 46 menit, maka waktu yang diperlukan lebih lama dari waktu yang dihitung menggunakan spesifikasi pompa tersebut.

Pada gambar 12 arus yang terukur berada di kisaran 6,26 A hingga 6,34 A jadi diambillah rata-rata arus yaitu 6,30 A. Berdasarkan data arus tersebut maka daya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan 1 penampung induk adalah sebanyak 6,30*13,20 sama dengan 83,16 watt dan untuk bisa memenuhi 5.000 liter air membutuhkan waktu selama 166 menit maka 83,16*166 sama dengan 13.804,56 watt. Maka untuk memenuhi kebutuhan 1 penampung induk yang bervolume sebanyak 5.000 liter jadi panel surya akan bekerja selama 2 jam 46 menit dalam kondisi ideal atau dalam cuaca cerah dengan daya sebanyak 13.804,56 watt agar pompa bisa memenuhi kebutuhan tersebut.

G. Hasil perhitungan perbandingan antara energi listrik dengan energi potensial mekanik

Dalam penelitian ini bermaksud untuk mengetahui perbandingan antara energi listrik dengan energi potensial mekanik.

1) Perhitungan Energi Listrik

Berdasarkan tabel 5 dimana daya dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut :

$$p(t_n) = i(t_n) \times v(t_n) \tag{3}$$

Sedangkan energi listrik dihitung menggunakan rumus (4) sebagai berikut :

$$E_n = \frac{1}{2} [p(t_n) + p(t_{n+1})][p(t_{n+1}) - p(t_n)] \tag{4}$$

Dimana E_n adalah energi listrik (Joule), $p(t_n)$ adalah daya listrik (Watt), dan t_n adalah waktu (s). Dalam rumus ini akan dihitung energi yang digunakan pada waktu $t_0 - t_1, t_1 - t_2, \dots, t_{n+1} - t_n$. Dan untuk total energi listrik yang digunakan adalah sebanyak 11002,5 Joule.

2) Perhitungan Energi Potensial Mekanik

Berdasarkan sampel data di table 6 bisa dihitung berat dari volume air yang dihitung dengan rumus (5) sebagai berikut:

$$m = \rho \times v \quad (5)$$

Dimana m adalah massa (kg), ρ adalah massa jenis, dan v adalah volume air. Dalam Satuan International massa air adalah sebesar 1000 kg/m³ dengan volume air 310,06 liter atau sama dengan 0,3100600 m³. Jadi massa air adalah sebagai berikut :

$$m = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 0,3100600 \text{ m}^3 = 310,06 \text{ kg}$$

Dengan didapatkan massa air kita bisa menghitung energi yang tersimpan saat pompa berjalan selama 10 menit. Dengan rumus (6) seperti berikut :

$$EP = m \times g \times h \quad (6)$$

Berdasarkan rumus (6) dimana EP adalah Energi Potensial Mekanik (Joule), m adalah massa (kg), g adalah kecepatan gravitasi (9,8m/s²) dan h adalah ketinggian benda (m) yang dimana ketinggian benda adalah ketinggian tandon dengan tinggi 1 meter. Dengan begitu bisa didapat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} EP &= 310,06 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m} / \text{s}^2 \times 1 \text{ m} \\ &= 3038,588 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Efisiensi Mekanik

Maka perbandingan antara Energi Listrik dengan Energi Potensial Mekanik adalah :

$$\begin{aligned} \text{Efisien}_\text{Energi} &= \frac{\text{Energi}_\text{Potensial}_\text{Mekanik}}{\text{Energi}_\text{Listrik}} \\ &= \frac{3038,588}{11002,5} = 0,276 \end{aligned}$$

Maka hasil dari perbandingan antara Energi Listrik dengan Energi Potensial Mekanik adalah sebesar 0,276.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengamatan serta pembahasan dalam rancang bangun sistem pompa air bersih bertenaga surya, maka dapat ditarik kesimpulan terkait beberapa hasil penelitian yaitu pertama faktor cuaca sangat mempengaruhi daya beban dari panel surya, jika intensitas cahaya matahari turun maka panel surya tidak dapat bekerja optimal. Kedua memonitoring dengan menggunakan sensor Time of Flight cukup akurat karena ketelitian dari sensor adalah 3 milimeter tapi sensitifitasnya sangat tinggi yang menyebabkan sensor tidak bisa terguncang saat sedang menyala atau sedang mengukur ketinggian dalam tangki. Ketiga dengan data yang ada kita bisa menghitung waktu yang diperlukan untuk mengisi tangki air yang berukuran besar dengan meninjau data yang ada dan menyesuaikan dengan jumlah volume dari tangki air yang diinginkan.

B. Saran

Pada penelitian ini ada beberapa saran yang dapat penulis sampaikan yaitu gunakan alat atau kotroller yang bisa menggunakan modul WiFi, gunakan sensor yang tidak terlalu sensitif, dan gunakan pompa AC dengan menambah daya dari panel.

V. KUTIPAN

- [1] K. Ogata, "Teknik Kontrol Otomatik (Sistem Pengaturan) jilid 1," Erlangga, Bandung, 30 Juli 2020.
- [2] Cara Kerja Panel Surya Secara Sederhana, <https://www.solarcellsurya.com/cara-kerja-panel-surya/>, 26 Agustus 2019.
- [3] Pengertian Pompa Air, <https://dabindonesia.co.id/2018/09/30/pengertian-pompa-air/>, 26 Agustus 2019.
- [4] Sidharta, Hanugra Aulia S.T., M.MT." Prinsip kerja ToF (Time of Flight) dalam pembacaan LIDAR," Universitas BINUS, Malang, 26 Agustus 2019.
- [5] Arduino MEGA 2560 REV 3, <http://eprints.polsri.ac.id/4613/8/FILE%20VIII.pdf/>, 26 Agustus 2019.
- [6] A. Kusmantoro, T.Indri, S.Ristanto, "Soft Starter Untuk Pompa Submersible Satu Fasa Dengan Controller Pid Tk4S-T4Sn," Universitas Muria Kudus, Semarang, 26 Agustus 2019.
- [7] Regulator Tegangan, <https://elektronika-dasar.web.id/regulator-tegangan/>, 26 Agustus 2019.
- [8] Pengertian Kapasitor, <https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-kapasitor/>, 26 Agustus 2019.
- [9] K. Siregar, T. Tamba, B. Perangin-angin, "Viskosimeter Digital Menggunakan Water Flow Sensor G1 / 2 Berbasis Mikrokontroler 8535," Universitas Sumatera Utara, Medan, 12 November 2019.
- [10] Pengertian Power Inverter, Fungsi dan Contoh Pemasangannya, <https://akhdanazizan.com/pengertian-power-inverter/>, 26 Agustus 2019.

TENTANG PENULIS

Penulis bernama lengkap William Herianto Sie Molle anak ketiga dari tiga bersaudara. Anak dari Ek Molle (Ayah) dan almh. Yanny Sie (Ibu). Lahir di Ternate pada tanggal 23 Januari 1998. Yang pada saat ini beralamat di Manado Tikala Baru. Penulis memiliki tiga saudara kandung yang bernama Meylisa Molle (Kakak) dan Louis Molle (Kakak). Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Garuda pada tahun 2002-2003, kemudian melanjutkan ke SD Garuda pada tahun 2003-2009, setelah itu melanjutkan sekolah di SMP Negeri 1 Manado 2009-2012, kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 7 Manado 2012-2015. Tahun 2015 penulis melanjutkan studi S1 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado. Sejak semester 1 penulis bergabung dengan Komunitas Tim Robot Elektro Unsrat dan mengikuti kompetisi robotika yang diadakan oleh RISTEKDIKTI, selama perkuliahan penulis juga tergabung dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro dan ikut aktif dalam melaksanakan kontes robot antar SMA/SMK se Sulawesi Utara pada tahun 2016 hingga 2018.

