

Unjuk Kerja PLTS Untuk Operasional Sistem Penjernih Air di Rawa Pening

Alfa Faridh Suni¹, Djuniadi², Budi Sunarko³, Ria Wulansarie⁴

^{1,2,3}Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

⁴Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Kampus Unnes Sekaran Gunungpati Semarang 50229

Jawa Tengah Indonesia

Informasi Makalah

Dikirim, 23 Juni 2022

Direvisi, 27 Juni 2022

Diterima, 28 Juni 2022

Kata Kunci:

PLTS

sistem penjernih air

rawa pening

INTISARI

Nelayan Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah membutuhkan air bersih. Air bersih digunakan untuk mandi, kakus, mencuci piring atau pakaian, masak makanan atau air, dan berwudhu. Air bersih dapat dihasilkan dari sistem penjernih air. Sistem penjernih air yang diterapkan menggunakan prinsip sistem penyaringan lambat. Sistem penjernih air bersih yang dipilih jenis *biosand filter* agar ramah lingkungan. Bagian elektrik dari sistem penjernih air adalah pompa air. Pembangkit listrik tenaga surya digunakan untuk memberi energi ke sistem penjernih air. Studi ini mempunyai tujuan mengkaji unjuk kerja pembangkit listrik tenaga surya pada kondisi operasional dengan beban sistem penjernih air di Rawa Pening. Hasil yang didapatkan adalah terjadi penurunan drastis pada kapasistas dan tegangan baterai. Selain itu, terjadi peningkatan pada arus keluaran dan arus pengisian. Penurunan tegangan baterai pada kondisi berbeban sebesar 11,59%. Penurunan kapasitas baterai pada kondisi berbeban sebesar 49,49%. Prosestase daya terpakai sebesar 53,33 % dari daya terpasang pada papan nama motor. Panel surya sistem berbeban mampu mengisi baterai 80% dari kemampuan maksimumnya.

ABSTRACT

Rawa Pening fishermen, Semarang Regency, Central Java, need clean water. Clean water used for bathing, latrines, washing dishes or clothes, cooking food or drink, and performing ablution. Clean water can be produced from a water purification system. The water purification system that is applied uses the principle of a slow filtering system. The clean water purification system is selected by the biosand filter type to be environmentally friendly. The electrical part of the water purification system is the water pump. Solar power system are used to provide energy to the water purification system. This study aims to examine the performance of solar power system in operational conditions with the load of the water purification system in Rawa Pening. The result obtained is a drastic decrease in battery capacity and voltage. In addition, there is an increase in the output current and charging current. The decrease in battery voltage at load is 11.59%. Decrease in battery capacity when under load is 49.49%. The percentage of used power is 53.33% of the installed power on the motor nameplate. The charged system's solar panel is able to charge the battery to 80% of its maximum capacity.

Keyword:

Solar power system

water purification system

rawa pening

Korespondensi Penulis:

Alfa Faridh Suni

Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Kampus Unnes Sekaran Gunungpati Semarang 50229 Jawa Tengah Indonesia

Email : alfafs@mail.unnes.ac.id

1. PENDAHULUAN

Rawa Pening adalah danau alam di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Luas danau 2.670 hektar. Rawa Pening berada secara geografis di antara jalan negara Semarang-Salatiga-Surakarta dan jalan kabupaten antara Salatiga-Ambarawa. Rawa Pening terletak 32 km ke arah selatan dari kota Semarang dan 10 km ke arah utara dari kota Salatiga. Rawa Pening berada di cekungan terendah lereng Gunung Merbabu, Gunung Telomoyo, dan Gunung Ungaran yang mencakup beberapa kecamatan meliputi kecamatan Ambarawa, Bawen, Tuntang, dan Banyubiru. Berdasarkan data astronomis terletak pada koordinat 7°04'00" - 7° 30'00" LS dan 110°24'46"-110°49'06" BT dan pada ketinggian 450 – 470 meter di atas permukaan air laut [1].

Derajat keasaman (pH) perairan Rawa Pening berkisar antara 7,1 hingga 7,4, yang berarti masih bersifat alkalis/basa. Nilai pH masih dalam nilai kisaran pH pada perairan air tawar alami yaitu antara 7-8. Bakteri tumbuh dengan baik pada pH netral dan alkalis (basa). Bakteri diperlukan pada proses dekomposisi bahan organik dan proses oksidasi, maka nilai pH perairan Rawa Pening mendukung proses tersebut. Suhu perairan berkisar 27,65 – 28,55°C. Suhu tersebut masih dalam kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan biota di perairan.

Nilai kecerahan perairan Rawa Pening antara 85 hingga 112 cm dengan kedalaman perairan antara 148 hingga 1.130 cm. Nilai kecerahan yang relatif tinggi dijumpai di bagian perairan yang bebas dari tanaman air dan kegiatan budidaya. Nilai kecerahan tergantung dengan keadaan cuaca, waktu pengukuran, warna air, kekeruhan dan padatan tersuspensi yang ada didalam perairan. Kedalaman menentukan seberapa dalam cahaya matahari dapat menembus lapisan air. Cahaya matahari yang menembus suatu perairan sangat penting dalam membantu proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton. Proses fotosintesis dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut [2].

Nelayan merupakan orang atau kelompok orang yang bekerja mencari ikan. Nelayan rawa pening adalah orang atau kelompok orang yang bekerja mencari ikan di danau rawa pening Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Nelayan rawa pening dapat dibagi ke dalam tiga golongan yaitu nelayan tangkap, budidaya dan pengolahan hasil perikanan [3]. Hasil ikan dari nelayan tangkap dan budidaya dibeli dan ditampung kemudian diolah oleh nelayan pengolahan. Nelayan budidaya menggunakan keramba tancap maupun keramba apung untuk membudidayakan ikan

Nelayan tangkap dapat dikelompokkan menjadi nelayan tangkap tanpa alat dan nelayan tangkap dengan alat tambah. Nelayan tangkap tanpa alat tambahan dengan menggunakan metode slulup. Nelayan tangkap dengan alat memerlukan alat tambahan untuk menangkap ikan. Alat tambahan yang diperlukan antara lain icir, ecek, jaring, jala dan branjang [4].

Fakta lapangan, rawa pening hidup 24 jam. Operasi penangkapan ikan wader oleh nelayan biasanya dimulai pagi hari sekitar jam 04.00 WIB dan selesai sekitar pukul 08.00 WIB. Metode penangkapan ikan wader di Rawa Pening terdiri dari persiapan, setting, immersing, hauling dan yang terakhir yaitu pelepasan hasil tangkapan dari jaring. [5]

Kegiatan penangkapan yang dilakukan nelayan jaring insang rawa pening di Desa Bejalen yaitu pagi hari dan sore hari. Penangkapan dilakukan selama 1 hari atau *one day fishing*. Pagi hari pada pukul 05.00-09.00 sedangkan pada sore hari pukul 15.00-18.00. Terdapat juga nelayan yang melakukan penangkapan dengan cara merendam jaring insang semalaman di perairan Rawapening, cara seperti ini disebut oleh nelayan setempat dengan nama di inepke [6].

Penangkapan ikan dengan branjang di perairan Rawapening, Kecamatan Banyubiru dilakukan dengan 2 waktu yang berbeda, yaitu siang hari pukul 08.00 WIB – 16.00 WIB (8 jam) dan malam hari pukul 16.00 WIB – 00.00 WIB (8 jam) [7]. Nelayan yang menggunakan alat tangkap branjang dapat bekerja beberapa hari dan bermalam digubug-gubug mereka. Para nelayan membutuhkan air bersih. Air bersih digunakan untuk mandi, kakus, mencuci piring/pakaian, masak makanan/air, dan berwudhu [8].

Para nelayan Rawa Pening dulunya mengalami kesulitan mendapatkan air bersih untuk keperluan mandi, kakus, mencuci piring/pakaian, masak makanan/air, dan berwudhu. Sedangkan rawa pening hidup 24 jam. Saat ini sudah dipasang sistem penjernih air di tengah Rawa Pening. Sistem penjernih air yang diterapkan menggunakan prinsip sistem penyaringan lambat (SPL) [9]. Sistem penjernih air terdiri dari empat bagian utama yaitu pompa air, bak pengendap, biosand filter dan bak penampung air bersih. Bak pengendap berfungsi untuk mengendapkan unsur-unsur dalam air antara lain lumpur, benda-benda kecil, dan kotoran lainnya. Bak pengendap menggunakan pipa pralon 5 inci dan panjang 80 cm. Media yang digunakan secara berturut-turut dari atas ke bawah kapas filter, pasir, kerikil ukuran 1-2 cm, dan batu kali ukuran 3-5 cm. Bak pengendap dilengkapi dengan Kran-kran untuk mengatur saluran pemasukan, pengeluaran dan saluran pembersihan [10].

Bagian selanjutnya adalah *biosand filter*. *Biosand filter* adalah saringan air dengan media utama pasir [11]. *Biosand filter* berfungsi untuk menyaring kotoran, kekeruhan, mereduksi unsur kimia dan menghilangkan bau. Keluaran dari *biosand filter* merupakan air bersih yang tidak berbau dan dimasukkan ke bak penampung. *Biosand filter* menggunakan pipa pralon 5 inci dan panjang 120 cm. Media yang digunakan secara berturut-

turut dari atas ke bawah kapas filter, pasir, *Manganeese Greensand* (pasir aktif), arang aktif, zeolit, kerikil ukuran 1-2 cm, dan batu kali ukuran 3-5 cm [12].

Bagian selanjutnya adalah bak penampung air bersih. Bak penampung air bersih berfungsi untuk menampung air bersih yang tidak berbau keluaran dari proses penyaringan *biosand filter*. Air bersih keluaran bak penampung siap digunakan nelayan untuk keperluan mandi, kakus, mencuci piring/pakaian, masak makanan/air, dan berwudhu.

Pompa air berfungsi untuk memompa air rawa (air baku) ke bak pengendap. Pompa air mendapatkan energi listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. PLTS yang terpasang di Rawa Pening sebelumnya hanya digunakan untuk penerangan nelayan branjang yang bekerja di malam hari [13].

Studi ini mempunyai tujuan mengkaji unjuk kerja PLTS pada kondisi operasional dengan beban sistem penjernih air di Rawa Pening.

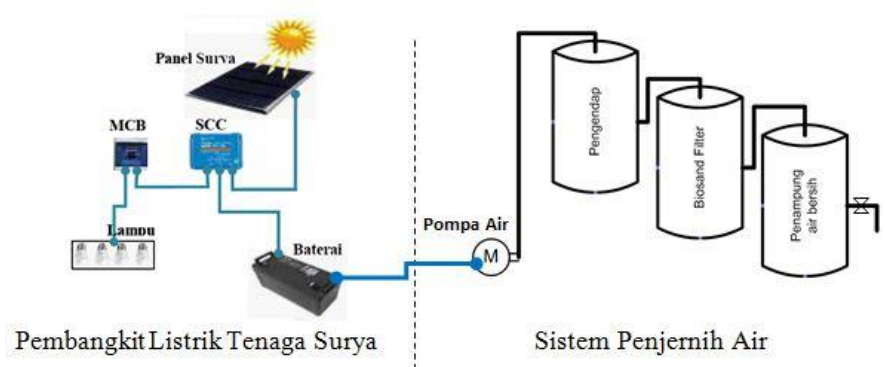
2. METODE PENELITIAN

Sistem penjernih air membutuhkan sumber energi untuk memompa air ke bak pengendap sebelum dilakukan filterisasi. Sumber energi yang mungkin digunakan untuk didaerah rawa adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai energi bersih serta baru dan terbarukan, lihat gambar 1. PLTS adalah pembangkitan listrik yang sumber energinya didapatkan dari radiasi matahari [14]. Panel surya berfungsi untuk menangkap radiasi sinar matahari dan merubahnya menjadi listrik. Listrik yang dihasil disalurkan ke *Solar Charge Controller* (SCC) yang selanjutnya disalurkan ke baterai dan ke lampu penerangan [15]

PLTS untuk penerangan yang dipasang pada tahun 2019 di Branjang Rawa Pening Kabupaten Semarang memiliki konfigurasi standar minimal *power plan*. Spesifikasi peralatan yang dipasang meliputi panel surya 100WP, SCC MPPT 10 A, Baterai 40 AH hybrid tipe *strating*, empat buah Lampu 12V/6W dan dilengkapi dengan MCB 16A sebagai pengaman [13]. Pompa air yang digunakan adalah jenis *solar pump*. Spesifikasi pompa air sebagai berikut, Model: LSWQB 12V, Max flow: 1,5 m³ / H, Max head: 15 m, Power: 180 watt, tegangan catu: 12 V DC.

Alat pengambil data penelitian menggunakan *Solar Charge Controller* (SCC) dengan teknologi *maximum power point tracker* (MPPT) yang sudah dilengkapi berbagai alat ukur digital. Alat ukur yang ada di SCC meliputi Ampere meter pengukur arus pengisian I_c , Ampere meter pengukur arus pengeluaran I_o , Volt meter pengukur tegangan baterai V_b , alat ukur kapasitas baterai %Bat dan termometer untuk mengukur suhu lingkungan. Alat-alat ukur ini dengan berbagai besarnya digunakan untuk menampilkan nilai saat pengambilan data dilakukan.

Teknik observasi digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Lembar observasi digunakan untuk mencatat nilai besaran dari masing-masing alat ukur. Jam digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data.



Gambar 1. PLTS berbeban sistem penjernih air

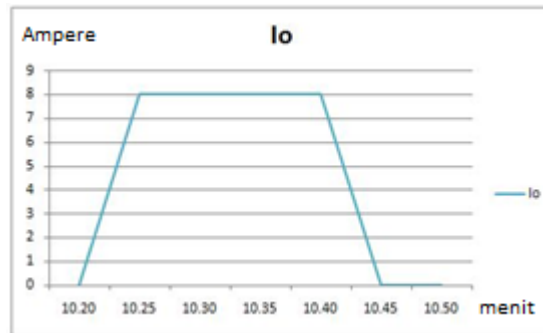
Pencatatan data dilakukan dengan selang waktu 5 menit. Besaran yang dicatat meliputi jam pencatatan, arus pengisian I_c , arus keluaran I_o , tegangan baterai V_b , kapasitas baterai %Bat dan suhu lingkungan $^{\circ}\text{C}$.

Setelah data terkumpul kemudian ditabulasikan sesuai dengan kategori pengamatan. Ada empat pengamatan dalam studi ini yaitu unjuk kerja ditinjau dari grafik arus keluar I_o , grafik arus pengisian I_c , grafik tegangan baterai E_b dan grafik kapasitas baterai %bat. Kemudian data tersebut disekripsikan sehingga diperoleh gambaran jelas tentang unjuk kerja PLTS berbeban sistem penjernih air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

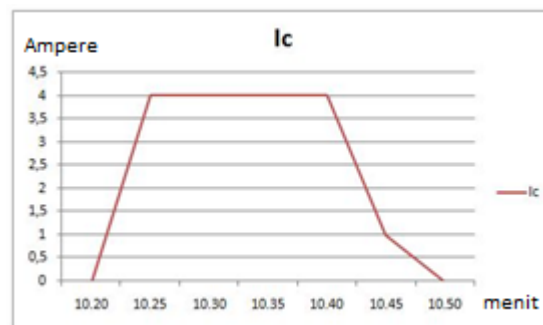
3.1 Hasil

Pengambilan data operasional PTLs yang dibebani dengan sistem penjernih air. Beban utama PLTS adalah motor DC 12V berdaya 180 Watt. Kondisi operasional sistem penjernih air adalah ketika permukaan air bak penampung telah sampai pada batas bawah maka motor listrik otomatis bekerja memompa air baku. Selanjutnya sistem penjernih bekerja untuk menyaring air dan mengisi bak penampung. Motor listrik berhenti secara otomatis memompa air baku apabila permukaan air di bak penampung sampai pada batas atas (penuh). Data diambil pada tanggal 23 September 2020 dari pukul 10.20 – 10.50. Kenapa hanya 30 menit, karena siklus proses pengisian bak penampung (sampai penuh) selesai dalam 30 menit.



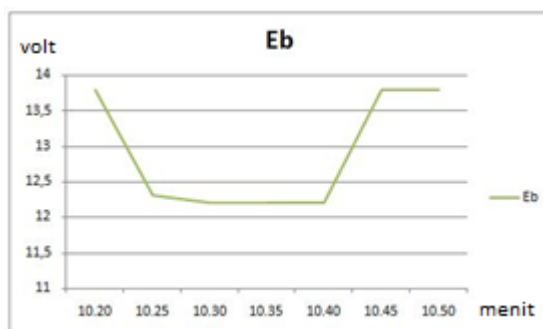
Gambar 2. Grafik arus keluaran Io

Grafik arus keluaran menggambarkan grafik hubungan antara arus keluaran dengan waktu operasional sistem penjernih air atau proses pengisian bak penampung, terlihat pada Gambar 2.



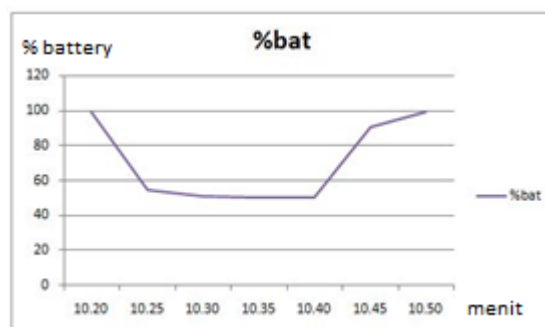
Gambar 3. Grafik arus pengisian Ic dari panel surya

Grafik arus pengisian menggambarkan grafik hubungan antara arus pengisian dengan waktu operasional sistem penjernih air atau proses pengisian bak penampung, terlihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Grafik tegangan baterai Eb

Grafik tegangan baterai menggambarkan grafik hubungan antara tegangan baterai dengan waktu operasional sistem penjernih air atau proses pengisian bak penampung, seeperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Grafik kapasitas baterai %bat

Grafik kapasitas baterai menggambarkan grafik hubungan antara kapasitas baterai dengan waktu operasional sistem penjernih air atau proses pengisian bak penampung, seperti yang terlihat Gambar 5.

3.2 Pembahasan

Kondisi sebelum pembeban sebagai berikut tegangan baterai E_b sebesar 13,8 Volt, arus pengisian $I_c = 0$ Ampere, arus keluaran $I_o = 0$ Ampere, kapasitas baterai = 99 %, cuaca cerah berawan dan suhu 22°C. PLTS pada kondisi berbeban sistem penjernih air dengan beban listrik utama motor DC 12V berdaya 180 Watt didapat grafik arus keluaran I_o tampak pada gambar 2 Arus keluaran I_o langsung bergerak dari 0 menuju 8 Ampere. Kondisi arus keluaran terus bertahan pada 8 Ampere sampai proses pengisian bak penampung air bersih selesai (penuh). Berdasarkan data yang diperoleh, daya listrik yang digunakan oleh motor DC sebesar $12 \times 8 = 96$ Watt. Prosestase daya terpakai sebesar 53,33 % dari daya terpasang papan nama motor.

Grafik arus pengisian I_c pada saat berbeban tampak pada gambar 3 Kondisi awal $I_c = 0$ Ampere. Sesaat kemudian I_c naik menjadi 4 Ampere. Hal ini dimungkinkan karena cuaca dan suhu lingkungan memungkinkan panel surya langsung memasok arus pengisian sebesar 4 Ampere. Arus maksimum yang dapat dilakukan oleh panel surya sebesar 5 Ampere. Jadi kondisi ini panel surya segera mampu mengisi baterai sebesar 80% dari kemampuan maksimumnya.

Grafik tegangan baterai E_b saat berbeban oprasional dapat dilihat pada gambar 4 Saat kondisi tanpa beban tegangan baterai sebesar 13,8 Volt. Saat beban terhubung tegangan baterai langsung turun menjadi 12,2 Volt. Kondisi tegangan baterai E_b terus bertahan pada 12,2 Volt sampai proses pengisian bak penampung air bersih selesai atau penuh. Drop tegangan baterai pada kondisi berbeban ini sebesar 11,59%. Setelah bak penampung penuh dan beban sudah terputus, proses pengisian baterai terus berlangsung sehingga tegangan baterai berangsur-angsur kembali pada 13,8 Volt.

Grafik kapasitas baterai saat berbeban oprasional tampak pada gambar 5 Kapasitas baterai kondisi sebelum berbeban sebesar 99%. Begitu beban masuk, kapasitas baterai turun drastis 54%, 51% dan stabil di angka 50%. Drop kapasitas baterai pada kondisi berbeban sebesar 49.49%. Kondisi ini disebabkan baterai yang digunakan adalah baterai jenis *starting*. Setelah bak penampung penuh dan beban sudah terputus, proses pengisian baterai terus berlangsung sehingga kapasitas baterai berangsur-angsur kembali pada 99%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan unjuk kerja PLTS berbeban sistem penjernih air dengan beban utama elektrik berupa motor listrik DC didapatkan kesimpulan bahwa kondisi PLTS menjadi drop pada parameter tegangan baterai dan kapasitas baterai serta meningkat drastis pada arus keluaran dan arus pengisian. Tegangan baterai dari 13,8 Volt turun sampai kondisi stabil 12,2 Volt. Drop tegangan baterai pada kondisi ini sebesar 11,59%. Kapasitas baterai kondisi berbeban stabil di angka 50%. Drop kapasitas baterai pada kondisi berbeban sebesar 49.49%. Sedangkan kebutuhan arus keluaran meningkat drastis dari 0 Ampere naik menjadi 8 Ampere stabil sampai proses pengisian bak penampung selesai. Prosestase daya terpakai sebesar 53,33 % dari daya terpasang pada papan nama motor. Demikian juga arus pengisian meningkat dari 0 Ampere naik menjadi 4 Ampere stabil sampai bak penampung penuh. Panel surya mampu mengisi baterai 80% dari kemampuan maksimumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Indrayati dan N. I. Hikmah, 2018. *Prediksi sedimen danau rawa pening tahun 2020 sebagai dasar reservasi sungai tumpang berbasis sistem informasi geografis*. Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX 2018.
- [2] N. Zulfia dan Aisyah, 2013. *Statu Strofik Perairan Rawa Pening Ditinjau Dari Kandungan Unsur Hara (NO₃ dan PO₄) Serta Klorofil-a*. Bawal Vol. 5 (3) Desember 2013 : 189-199
- [3] O. Cristianawati, 2017. *Tradisi Masyarakat Nelayan Rawa Pening Kelurahan Bejalen Kecamatan Ambarawa Kabupaten Semarang*. Jurnal Sabda Vol 12, No 2.
- [4] T.S. Augusta, 2015. *Fish Inventory and Habitat Conditions of Lake Hanjalutung in Central Kalimantan*. Jurnal Ilmu Hewani Tropika Vol 4. No. 2.: 45 – 48
- [5] P. Sari, P. Wibowo, D.A. dan Nugraheni, 2014. *Analisis Bioekonomi Model Gordon Schaefer Sumberdaya Ikan Wader (Rasbora Sp) Di Rawa Pening, Kabupaten Semarang*. Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology Vol 3, No 3 : 62-70
- [6] A. Wijayanti, Ismail dan A.D.P. Fitri, 2012. *Analisis Tingkat Keuntungan Nelayan Gillnet ¾ Inchi (Jaring Wader) Dan Nelayan Gillnet 3 Inchi (Jaring Arang) Di Perairan Rawapening Desa Bejalen Kecamatan Ambarawa Kabupaten Semarang*. Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology. Vol 1, No 1 : 46-54
- [7] Y.A. Harahap, B.A. Wibowo, dan H. Boesono, 2013. *Analisis perbedaan waktu penangkapan ikan alat tangkap branjang terhadap hasil tangkapan di perairan rawapening, kec. Banyubiru, kab. Semarang*. Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology. Vol 2, No 3 : 172-181
- [8] T. Susana, 2003. *Air Sebagai Sumber Kehidupan*. Oseana, Vol XXVIII, No 3 : 17-25
- [9] P. Subekti, A. Ariyanto, dan F.Y. Simamora, 2012. *Perencanaan instalasi pengolahan air bersih dengan saringan pasir lambat “up flow” di kampus universitas pasir pengaraian kabupaten rokan hulupropinsi riau*. JURNAL APTEK Vol. 4 No. 2. : 77-88
- [10] A. Asadiya dan N. Karnaningroem, 2018. *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif*. Jurnal Teknik ITS Vol. 7 No. 1 hlm 18 - 22
- [11] T. Edwin, A.K. Satiyadi dan Y. Dewilda, 2015. *Kinerja Biosand Filter Dalam Menyisihkan Total Coliform Di Air Tanah Dangkal*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND Vol. 12 No. 1 : 17-26.
- [12] A. Muliawan dan R. Ilmianih, 2016. *Metoda Pengurangan Zat Besi Dan Mangan Menggunakan Filter Bertingkat Dengan Penambahan UV Sterilizer Skala Rumah Tangga*. Jurnal Ilmiah GIGA Volume 19 (1) : 1-8
- [13] Djuniadi, H. Wibawanto, N. Iksan, A.F. Hastawan, I.F. Zaki dan H. Himawan, 2019. *Unjuk Kerja PLTS Di Branjang Rawapening Kabupaten Semarang*. Prosiding: Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS, hlm 604 – 610
- [14] I.B. Ramadhani, 2018. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (DJ EBTKE) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) Republik Indonesia
- [15] A.I. Ramadhan, E. Diniardi dan S.H. Mukti, 2016. *Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. Jurnal Teknik, 37(2), hlm: 59-63