



Implementasi Alat Pengontrol Pengumpul Sampah pada Irigasi Aliran Air Sawah Menggunakan Mikrokontroler

Eka Putrawan¹, I Gusti Made Ngurah Desnanjaya², I Nyoman Buda Hartawan³

^{1,2,3}Sistem Komputeri, STMIK STIKOM Indonesia

¹iwanputrawan584@gmail.com, ²ngurah.desnanjaya@stiki-indonesia.ac.id, ³buda.hartawan@stiki-indonesia.ac.id,

Received on 20 September 2021	Revised on 23 September 2021	Accepted on 25 September 2021
----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

Abstract

Irrigation channel is a water channel used in agriculture to irrigate rice fields or plantation areas from farmers. Plastic waste is one type of inorganic waste that is difficult to decompose. A lot of plastic waste is disposed of carelessly in the irrigation water flow that will flow through the rice fields. This will certainly hamper the flow of water in the irrigation canal and will result in the accumulation of garbage in the irrigation canal. The impact caused by plots of rice fields owned by farmers is experiencing water shortages. In this study, a waste collection system was built for irrigation of rice fields by utilizing IOT technology. Where the system that is made is connected to the GSM module which will send a message if the garbage transported by the system is full in the garbage collection. To measure the weight of the waste this system uses a load cell sensor as a waste weight gauge and Arduino uno as data processing. The performance result of this system is that the system is able to receive and send SMS to system users that the garbage is full and also the results of the load cell measurement have an average error range of 25,4 grams.

Keywords: Irrigation Channel, Plastic Trash, GSM Module, Arduino Uno, Load cell sensor.

Abstrak

Saluran irigasi merupakan saluran air yang digunakan pada bidang pertanian untuk mengairi areal perawahan ataupun areal perkebunan dari para petani. Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang sulit terurai. Sampah plastik banyak dibuang sembarangan pada aliran irigasi air yang akan mengalir area persawahan. Hal ini tentu akan menghambat laju air pada saluran irigasi dan akan berakibat menumpuknya sampah pada saluran irigasi. Dampak yang ditimbulkan petakan sawah milik petani mengalami kekurangan air. Pada penelitian ini dibangun sistem pengumpul sampah pada irigasi air sawah dengan memanfaatkan teknologi IOT. Dimana sistem yang dibuat terkoneksi dengan modul GSM yang akan mengirimkan pesan apabila sampah yang diangkut oleh sistem telah penuh pada penampungan sampah. Untuk mengukur berat sampah sistem ini menggunakan sensor load cell sebagai pengukur berat sampah dan Arduino uno sebagai pemrosesan data. Hasil kinerja dari sistem ini adalah sistem mampu menerima dan mengirimkan

SMS ke pengguna sistem bahwa sampah telah penuh dan juga hasil dari pengukuran load cell memiliki rata - rata range error sebesar 25,4 gram.

Kata Kunci : *Saluran Irigasi, Sampah Plastik, Modul GSM, Arduino Uno, Sensor Load cell.*

PENDAHULUAN

Saluran irigasi merupakan saluran air yang digunakan pada bidang pertanian untuk mengairi areal perawahan ataupun areal perkebunan dari para petani [1]. Sumber Daya Air, irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak [2]. Saluran irigasi penting bagi petani karena dapat menunjang sistem pengairan dari lahan pertanian yang dikelola oleh para petani[3].

Saluran irigasi merupakan saluran yang mengaliri air yang akan mengisi petakan sawah dari para petani [4]. Untuk pusat dari aliran air yang mengalir pada saluran irigasi biasanya terletak pada hulu sebuah sungai . Air yang mengalir pada saluran irigasi merupakan air yang mengalir dari hulu sungai hingga mencapai hilir atau area terendah dari aliran air[5]. Pada saluran irigasi biasanya terdapat penyempitan saluran pada setiap persimpangan antara saluran air yang menuju areal persawahan dan menuju hilir dari saluran irigasi . Dilakukannya penyempitan saluran agar air yang mengalir dapat terbagi menuju areal persawahan yang ingin dialiri air [6]. Saat ini banyak dari masyarakat yang membuang sampah sisa ke saluran irigasi air. Sampah yang dibuang dapat berupa sampah organik seperti daun yang telah gugur, daun sisa pembungkus makanan, maupun bekas potongan padi[7]. Selain sampah organik, sampah anorganik juga banyak dibuang secara sembarang pada saluran irigasi air [8]. Salah satu contoh sampah anorganik yang biasanya ditemukan pada saluran irigasi air adalah jenis sampah plastik.

Sampah plastik yang mencemari saluran irigasi mencapai lebih dari 52%. Jenis sampah lainnya juga ikut mencemari irigasi seperti sampah logam, kaca, popok bayi, bangkai hewan dan jenis sampah kimia [9]. Sampah plastik yang ikut terbawa aliran air tidak jarang mencemari areal persawahan yang dialiri air dari saluran irigasi [10]. Jika sampah plastik yang ikut terbawa aliran air pada saluran irigasi menumpuk, maka hal inilah yang menghambat laju air pada saluran irigasi yang menuju areal persawahan milik petani. Dengan terjadinya penghambatan aliran air akibat menumpuknya sampah tersebut tidak jarang petakan sawah milik petani mengalami kekurangan air. Terjadinya kekurangan air dapat menyebabkan pertumbuhan padi milik para petani menjadi kurang baik. Dengan pertumbuhan padi yang kurang baik, dapat berpotensi mengakibatkan gagal panen bagi para petani padi dan hal itu menimbulkan kerugian bagi petani padi. Maka dibutuhkan penelitian berbasis internet of things[11][12].

Di Bali khususnya pada daerah pedesaan terdapat Subak yang mengatur pembagian dari irigasi air disetiap petakan sawah milik petani [13]. Dari hasil wawancara yang dilakukan oleh penulis dengan salah satu klian atau pengurus Subak di Desa Apuan, Kecamatan Susut, Kabupaten Bangli atas nama Bapak I Made Kaler. Beliau menjelaskan tentang tugas pokok dari pengurus Subak dan juga menjelaskan terkait perawatan saluran irigasi air. Pengurus dari Subak akan melakukan rapat Subak yang terkait dengan pengaturan pembagian air, penanganan konflik antar petani, pengaturan upacara agama terkait dengan Subak [14]. Serta mengatur masyarakat dalam melakukan perawatan saluran irigasi termasuk kebersihan dari saluran irigasi air sawah.

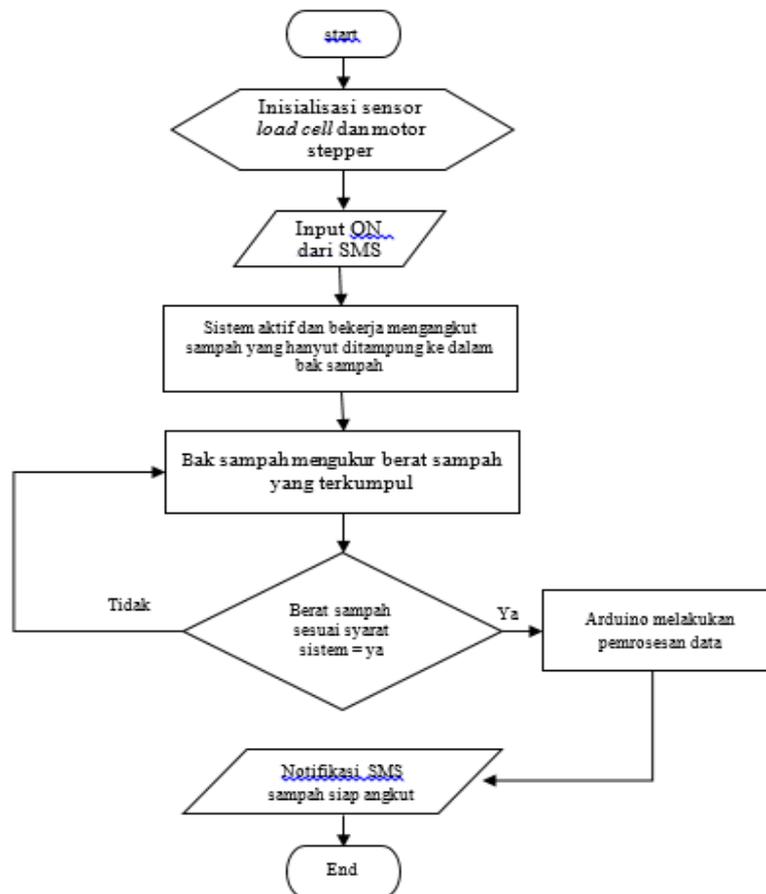
Pengurus Subak akan melakukan pembersihan saluran irigasi secara gotong royong dan swadaya dari petani yang tergabung dalam Subak. Dalam melakukan pembersihan saluran irigasi, dilakukan tidak secara berkala dan juga masih dilakukan secara manual yang membuat pembersihan kurang optimal dilakukan. Sehingga sampah yang ikut dalam aliran air irigasi masih tetap menumpuk jika dibiarkan terlalu lama. Hal itu menyebabkan terhambatnya aliran air yang akan menuju areal persawahan. Sampah yang biasanya menghambat aliran air seperti sampah plastik dan bekas potongan rerumputan atau potongan padi yang ikut hanyut pada saluran irigasi. Dari observasi yang dilakukan oleh penulis, saluran irigasi hanya memiliki lebar 100cm, ditambah dengan adanya penghambatan oleh sampah tadi menyebabkan aliran air semakin terhambat. Solusi yang ditawarkan oleh penulis untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membuat sebuah alat pembersih sampah secara otomatis. Keunggulan dari pembersihan sampah yang dibuat secara otomatis adalah dapat bekerja membersihkan sampah secara berkala dan pengurus subak dapat dengan mudah mengontrol pembersihan sampah yang dilakukan. Hal ini juga akan memudahkan pengurus Subak karena tidak perlu repot dalam mengatur masyarakat untuk melakukan gotong royong dalam membersihkan sampah pada saluran irigasi.

Dari uraian diatas, maka didapatkan solusi untuk mengumpulkan sampah pada saluran irigasi secara otomatis dengan menggunakan sistem alat pengumpul sampah pada irigasi aliran air sawah. Alat ini menggunakan Arduino uno sebagai pemrosesan dari sistem pengumpul sampah, sensor load cell yang digunakan untuk mengukur berat sampah yang terkumpul, modul GSM 8001 sebagai media penerima input sekaligus pengirim output berupa pesan SMS dan motor DC 775 sebagai pemutar dari belt conveyor [15]. Dalam penelitian ini, penulis memperoleh data – data yang bersumber dari obsevasi tempat penelitian, proses wawancara, dan juga data yang bersumber dari artikel penelitian.

METODE PENELITIAN

Berikut merupakan metode penelitian yang digunakan untuk membangun sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah, langkah penelitian dari sistem pengumpul sampah pada aliran irigasi air sawah diawali dengan tahap pengumpulan data, identifikasi masalah dan tahap pengolahan data. Langkah selanjutnya adalah menganalisis dan merancang sistem yang dibuat berdasarkan data yang diperoleh. Implementasi dari sistem akan dibuat sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Metode pengumpulan data yaitu pengumpulan data secara primer dan juga pengumpulan data secara sekunder. Untuk pengumpulan data secara primer dilakukan dengan cara observasi dan juga wawancara. Pada metode wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini, penulis melakukan wawancara langsung dengan salah satu klian atau pengurus Subak Desa Apuan yakni Bapak I Made Kaler selaku ketua pengurus Subak Tegaan Apuan. Dalam wawancara yang dilakukan membahas mengenai sistem irigasi air sawah, perawatan sistem saluran irigasi dan juga terkait dengan pembagian air kepada para petani di Desa Apuan, Susut, Bangli. Sedangkan untuk pengumpulan data secara sekunder dilakukan dengan metode kepustakaan. Pada metode wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini, penulis melakukan wawancara langsung dengan salah satu klian atau pengurus Subak Desa Apuan yakni Bapak I Made Kaler selaku ketua pengurus Subak Tegaan Apuan. Dalam wawancara yang dilakukan membahas mengenai sistem irigasi air sawah, perawatan sistem saluran irigasi dan juga terkait dengan pembagian air kepada para petani di Desa Apuan, Susut, Bangli.

Berikut merupakan hasil dan pembahasan dari sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah, *Flowchart* merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk menjelaskan rentetan dari cara kerja sistem yang dibuat yang dibuat dalam bentuk simbol-simbol tertentu. Berikut merupakan *flowchart* dari sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah yang ditunjukkan pada gambar 1.

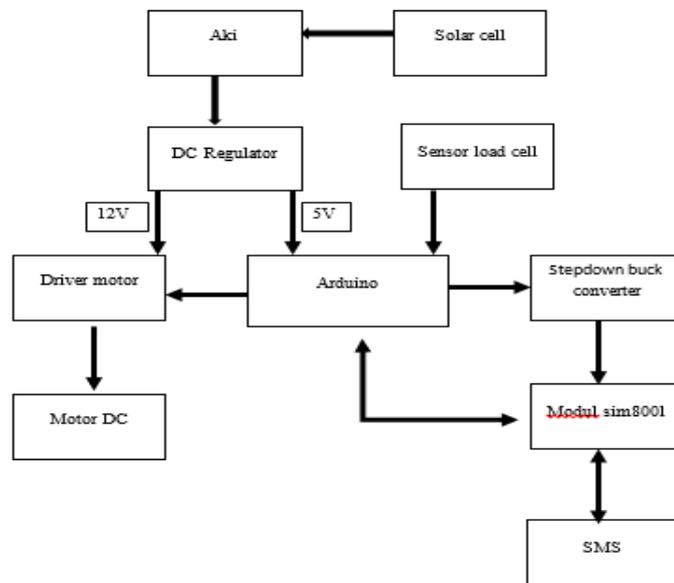


Gambar 1 Flowchart Sistem

Sistem dihidupkan menggunakan sumber tegangan dari aki 12.7V. Hidupnya sistem ditandai dengan lampu indicator LED Arduino yang menyala dan LED untuk jaringan pada modul GSM juga menyala. Tegangan 12 V digunakan untuk menyalakan motor DC, tegangan 5 V untuk Arduino dan modul GSM serta digunakan juga pada sensor *Load Cell*. Modul GSM digunakan sebagai penerima input berupa SMS dari pengguna sekaligus sebagai pengirim notifikasi jika sampah telah penuh pada sistem. Sensor *Load Cell* digunakan sebagai pengukur berat sampah yang terkumpul. Motor DC 775 digunakan sebagai penggerak dari *belt conveyor* yang akan mengangkat sampah pada saluran irigasi. Jika sistem menerima input dari pengguna berupa SMS “Hidup” maka arduino akan mengaktifkan motor DC dan juga sensor *load cell* agar dapat bekerja. Setelah sistem aktif bekerja untuk mengangkat sampah, sampah yang diangkat ditampung pada bak sampah yang telah disiapkan. Sensor *load cell* akan bekerja menghitung berat sampah yang tertampung pada bak sampah. Jika sampah yang tertampung telah memenuhi syarat dari sistem, maka arduino akan memproses dan mengirimkan notifikasi sampah telah penuh kepada pengguna. Jika sampah yang tertampung belum memenuhi syarat dari sistem, maka sensor *load cell* akan menghitung kembali hingga sampah yang tertampung sesuai dengan syarat yang telah ditentukan oleh sistem.

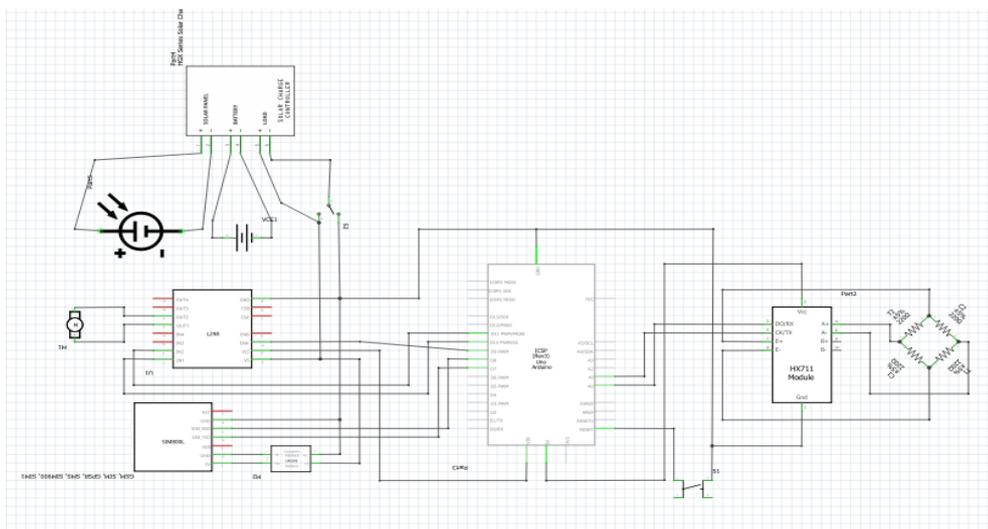
Diagram Blok

Pada gambar 2 adalah diagram blok dari sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah. Pada diagram blok tersebut, jika sistem mendapatkan pesan SMS dari pengurus Subak sistem akan aktif dan berkerja mengumpulkan sampah yang hanyut pada saluran irigasi. Ketika sampah yang diangkut telah terkumpul pada bak sampah yang berisikan sensor load cell, sensor akan mengukur berat dari sampah plastik tersebut. Jika sampah plastik memenuhi syarat berat pada sistem, sensor akan mengirimkan *trigger* ke Arduino, kemudian Arduino memproses untuk mengeluarkan *output* berupa pesan *notifikasi* melalui perantara modul sim8001 ke pengurus Subak. Jika sampah yang terkumpul pada bak sampak belum memenuhi syarat sistem, maka sensor *load cell* akan mengukur kembali berat dari sampah yang terkumpul pada bak sampah.



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Berikut merupakan rangkaian skematik dari sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah dapat dilihat pada gambar 3 :

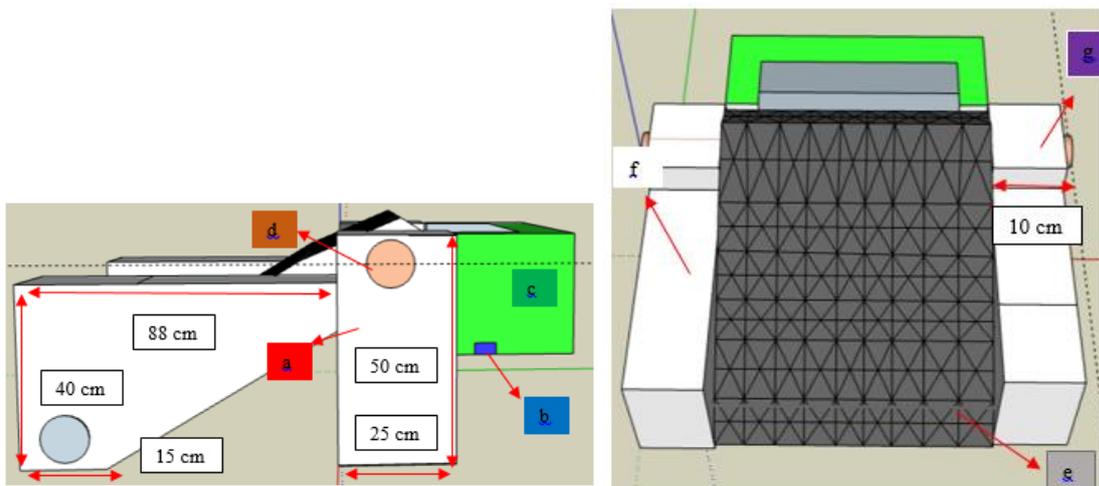


Gambar 3. Skematik Sistem

Pembuatan rangkaian skematik digunakan aplikasi fritzing sebagai aplikasi dari pembuatan rangkaian skematik sistem. Pada rangkaian skematik sistem terdapat skematik dari arduino uno, HX711 dan *load cell*, skematik dari *step down buck conveter* dan Modul GSM, serta skematik dari driver motor L298N dan Motor DC. Selain terdapat rangkaian dari sistem, terdapat juga skematik rangkaian dari beteraai, solar sel dan juga mikrocas untuk mengecas beteraai sebagai sumber daya dari sistem pengumpul sampah pada aliran irigasi air sawah.

Desain Alat

Desain alat dari sistem pengumpul sampah pada aliran irigasi air sawah dapat dilihat pada gambar – gambar berikut ini.



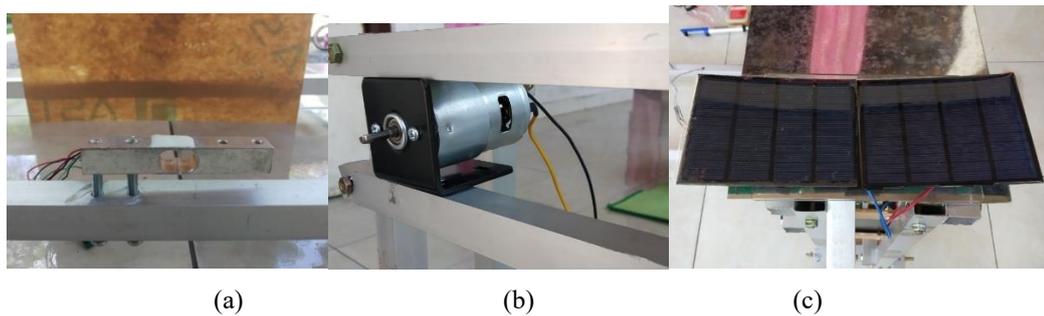
Gambar 3. Desain Alat

Warna merah merupakan tempat untuk Arduino dan modul sim800l dan aki sebagai power suplay yang ditempatkan pada bagian dalam tiang kanan dari sistem pengumpul sampah. LxPxT yaitu 10cm x 25cm x 50cm. Warna biru sebagai tempat dari sensor *load cell* yang dipasang pada bak sampah Warna hijau merupakan tempat sampah dengan ukuran P x L yakni 60cm x 30cm. Warna coklat merupakan tempat dari motor stepper dengan ukuran diameter 10cm. Warna abu-abu merupakan kawat jaring yang digunakan sebagai *belt conveyor* untuk mengangkat sampah. Warna putih merupakan rangka dari sistem yang terbuat dari bahan aluminium anti air (*water proof*) Warna ungu merupakan tempat dari modul panel surya atau modul panel solar sel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

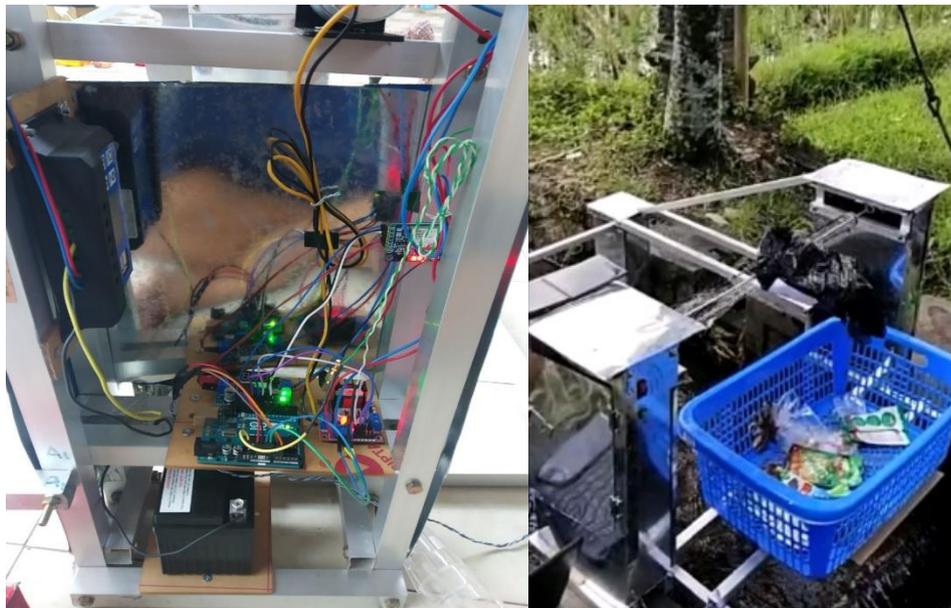
Hasil penelitian ini pertama-tama dilakukan peoses perakitan dan pemasangan komponen utama seperi sensor *load cell*, Arduino, modul GSM, modul *step down buck conveter*, driver motor L298N dan motor DC. Serta dilakukan juga pemasangan terhadap modul panel solar sel, mokrocas dan beteraai aki. Berikut tahapan perakitan komponen sistem pengumpul sampah pada aliran irigasi air sawah. Pemsangan sensor *load cell* Pemasangan sensor *load cell* pada kerangka yang telah buat. Pemasangan sensor *load cell* ini nantinya akan digunakan untuk menimbang berat sampah yang sudah terkumpul. Serta sebagai indikator untuk pengguna

sistem agar mengambil sampah jika sudah terkumpul dan penuh pada sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah. Pemasangan Motor DC pada tiang kanan atas sistem digunakan sebagai penggerak dari *belt conveyor* yang akan mengangkat sampah yang mengapung pada permukaan air yang terdapat pada aliran air pada irigasi sawah. Sampah yang diangkat menggunakan *belt conveyor* digerakkan dengan motor DC tadi menuju tempat sampah yang telah disediakan. Pemasangan modul panel surya atau modul panel solar sel yang digunakan untuk melakukan charging pada aki sebagai catu daya dari sistem pengumpul sampah. Pemasangan modul panel solar sel ini dihubungkan kepada sebuah mikrocas yang ditempatkan pada bagian dalam salah satu tiang bagian atas sistem. module solar sel dihubungkan pada mikrocas agar dapat melakukan isi ulang daya aki apabila aki sudah mengalami penurunan daya atau voltase dari aki. Pemasangan sensor, motor DC, dan modul panel solar sel gambar 5 berikut ini :



Gambar 5 Pemasangan Sensor Load Cell (a), Pemasangan Motor DC (b), dan Panel Solar sel (c)

Pemasangan Arduino uno, modul GSM, *step down buck conveter*, driver motor, dan catu daya atau aki serta mikrocas aki yang ditempatkan dibagian dalam salah satu tiang bagian atas. Pemasangan pada bagaian dalam salah satu tiang dilakukan agar dapat memanfaatkan ruang kosong yang terdapat pada tiang dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini :



Gambar 6 Pemasangan Arduino, Modul GSM, Modul Step Down Buck Conveter, Driver Motor L298N, Mikrocas dan Baterai Aki.

PENGUJIAN SISTEM

Pada pengujian kinerja sistem ini akan dilakukan beberapa pengujian terkait dengan kinerja dari sistem pengumpul sampah pada aliran irigasi air sawah. Pengujian yang akan dilakukan kepada masing – masing komponen dari sistem. Menguji modul GSM 800l dengan mengirim SMS sesuai dengan intruksi yang telah diprogramkan. Menguji kinerja sistem dari SMS yang dikirimkan. Menguji sensor *load cell* dalam mengukur berat sampah yang terkumpul. Pada pengujian modul GSM 800l akan dilakukan pengujian berupa mengirim dan menerima SMS dari sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah. Pengiriman SMS dilakukan sesuai dengan instruksi dari progam yang telah dibuat. Dan mengecek sistem apakah berjalan sesuai dengan instruksi dari SMS yang dikirimkan. Pengujian selanjutnya adalah dengan mengirim SMS kepada pengguna dari sistem pengumpul sampah jika sampah sudah terkumpul dan memenuhi berat yang ditentukan. Pengujian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Pengujian Modul GSM

No	Aksi	Output yang diharapkan	Output	Keterangan
1	SMS hidup	Berhasil	Berhasil	Dapat menerima SMS dan mengaktifkan sistem pengumpul sampah.
2	SMS sampah penuh	Berhasil	Berhasil	Dapat mengirimkan pesan SMS ke pengguna bahwa sampah pada sistem telah penuh.
3	SMS Status	Berhasil	Berhasil	Dapat menerima dan mengirimkan status dari sistem

Pada pengujian sensor *load cell* akan dilakukan pengujian berat yang dihitung oleh sistem pengumpul sampah dan dibandingkan dengan berat dengan menggunakan timbangan konvensional atau timbangan yang biasa digunakan sehari-hari. Pengujian akan dilakukan dengan membandingkan berat yang diukur oleh sistem dengan sensor *load cell* dengan timbangan baku. Pengujian ini dilakukan untuk seberapa besar *error* dari pembacaan sensor *load cell* sebagai pengukur berat pada sistem pengumpul sampah. Berikut tabel hasil pengujian sensor *load cell* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Pengujian Sensor Load Cell

No	Percobaan yang dilakukan	Hasil perhitungan <i>load cell</i>	Hasil perhitungan timbangan	<i>Error</i> yang dihasilkan
1	Percobaan I	1054 Gram	1017 Gram	37 Gram
2	Percobaan II	1009 Gram	1007 Gram	2 Gram
3	Percobaan III	1045 Gram	1034 Gram	11 Gram
4	Percobaan IV	1075 Gram	1064 Gram	11 Gram
5	Percobaan V	1097 Gram	1063 Gram	34 Gram
6	Percobaan VI	1035 Gram	1017 Gram	18 Gram
7	Percobaan VII	1055 Gram	1020 Garm	35 Gram
8	Percobaan VIII	1097 Gram	1045 Gram	52 Gram
9	Percobaan IX	1034 Gram	1005 Gram	29 Gram
10	Percobaan X	1033 Gram	1008 Gram	25 Gram
Rata-rata				25,4 Gram

PENGUJIAN SISTEM KESELURUHAN

Pada pengujian keseluruhan akan sistem akan diuji secara menyeluruh untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari sistem yang telah dibangun. Berikut merupakan hasil dari pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Aksi	Output Yang Diharapkan	Output	Keterangan
1	SMS hidup	Berhasil	Berhasil	Dapat menerima SMS dan mengaktifkan sistem pengumpul sampah.
2	SMS sampah penuh	Berhasil	Berhasil	Dapat mengirimkan pesan SMS ke pengguna bahwa sampah pada sistem telah penuh.
3	SMS Status	Berhasil	Berhasil	Dapat menerima dan mengirimkan SMS status alat
4	Mengukur berat sampah	Berhasil	Berhasil	Sistem dapat mengukur berat sampah yang terkumpul
5	Motor DC aktif	Berhasil	Berhasil	Motor DC dapat menggerakkan <i>belt Conveyor</i>
6	Mengangkut sampah plastik	Berhasil	Berhasil	<i>Belt conveyor</i> dapat mengangkut sampah plastik
7	Mengangkut botol plastik	Berhasil	Tidak Berhasil	<i>Belt conveyor</i> tidak dapat mengangkut botol plastik
8	Mengangkut sisa potongan rumput	Berhasil	Berhasil	<i>Belt conveyor</i> dapat mengangkut sisa potongan rumput yang hanyut

Pengujian keseluruhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat persentase keberhasilan dari sistem pengumpul sampah pada saluran irigasi air sawah. Dari 8 kali pengujian secara menyeluruh didapatkan hasil dari 8 kali percobaan 7 dengan tingkat keberhasilan yang baik dan satu masih mengalami kendala. Jika dipersentasekan dalam pengujian menyeluruh didapatkan hasil sebagai berikut.

$$\text{Persentase keberhasilan (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Persentase keberhasilan (\%)} = \frac{7}{8} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan (\%)} = 87,5 \%$$

Keterangan :

A = Banyaknya pengujian yang berhasil

B = Banyaknya pengujian yang dilakukan

KESIMPULAN

Pembuatan sistem pengumpul sampah pada aliran irigasi air sawah terlebih dahulu dilakukan pembuatan rangkaian pada Arduino dengan menggunakan kabel *jumper*, pada pemasangan rangkaian ini disesuaikan dengan skematik yang telah dirancang. Termasuk dengan pemasangan pin – pin yang terhubung dengan Arduino Uno. Digunakan motor DC 775 sebagai pengangkat sampah yang terapung pada aliran irigasi dibantu dengan sebuah *belt conveyor* Dan untuk mengukur berat dari sampah yang telah terkumpul menggunakan sensor *load cell* sebagai pengukur berat dari sampah. Sebagai inputan dari sistem ini menggunakan SMS dengan perantara modul GSM 8001 yang terhubung ke Arduino. Dan untuk outputnya berupa pesan SMS yang

dikirimkan ke pengguna dari sistem pengumpul sampah. dari 8 kali percobaan 7 dengan tingkat keberhasilan yang baik dengan nilai 87,5%. Pada sistem pengumpul sampah pada aliran irigasi air sawah adapun saran yang dapat dikembangkan, kedepannya dapat membandingkan berat dari sampah basah dan sampah kering. Kedepannya dapat sekaligus membuat sistem pemisah sampah pada saluran irigasi tidak hanya untuk sampah plastik saja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. J. P. dan A. Susanto, “Pengantar Pengelolaan Sumber Daya Air,” *Modul Pengelolaan Sumberd. Air*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [2] S. Mufida Elly, “Otomatisasi Irigasi Sawah Menggunakan Sensor Elektroda Level Berbasis Mikrokontroler Atmega8535,” *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, 2017.
- [3] N. Sutrisno and A. Hamdani, “Optimalisasi Pemanfaatan Sumber Daya Air untuk Meningkatkan Produksi Pertanian,” *J. Sumberd. Lahan*, vol. 13, no. 2, 2020.
- [4] N. Kristiawan, “Dinamika Pengelolaan Sumber Daya Air,” *Muqoddima J. Pemikir. dan Ris. Sociol.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [5] S. Suharyanto, “KARAKTERISTIK TINGKAT KETAHANAN PANGAN RUMAH TANGGA PETANI BERBASIS AGROEKOSISTEM LAHAN SAWAH IRIGASI DI PROVINSI BALI,” *SEPA J. Sos. Ekon. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 11, no. 2, 2017.
- [6] I. G. M. N. Desnanjaya, I. G. P. Sastrawan, and I. W. D. Pranata, “SISTEM PERINGATAN KETINGGIAN AIR DAN KENDALI TEMUKU (PINTU AIR) UNTUK IRIGASI SAWAH,” *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–12, Apr. 2020.
- [7] S. N. Qodriyatun, “Sampah Plastik: Dampaknya Terhadap Pariwisata dan Solusi,” *Info Singkat, Pus. Penelit. Badan Keahlian DPR RI.*, vol. 10, no. 23, 2018.
- [8] I. G. M. N. Desnanjaya and I. M. A. Nugraha, “Portable waste capacity detection system based on microcontroller and website,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1810, no. 1.
- [9] P. Purwaningrum, “UPAYA MENGURANGI TIMBULAN SAMPAH PLASTIK DI LINGKUNGAN,” *Indones. J. URBAN Environ. Technol.*, vol. 8, no. 2, 2016.
- [10] A. Kamilmulya, “Bahaya Sampah Plastik bagi Kesehatan dan Lingkungan,” *Semin. Nas. Pengabd. Masy. LPPM UMJ*, vol. UMJ – PAI, no. 2714–6286, 2020.
- [11] I. G. M. N. Desnanjaya and I. N. A. Arsana, “Home security monitoring system with IoT-based Raspberry Pi,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 22, no. 3, p. 1295, Jun. 2021.
- [12] I. N. B. Hartawan and I. G. M. N. Desnanjaya, “ANALISIS KINERJA PROTOKOL ZIGBEE DI DALAM DAN DI LUAR RUANGAN SEBAGAI MEDIA KOMUNIKASI DATA PADA WIRELESS SENSOR NETWORK,” *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, 2018.
- [13] I. K. A. Widiantara, “Strategi Public Relations Pemprov Bali Menuju Bali Bebas Sampah Plastik,” ... *J. Ilmu Sos. Dan Hum.*, 2020.
- [14] I. Wardi, I. Laksmiwati, I. Gunadi, and A. As-syakur, “DAMPAK PERTUMBUHAN PENDUDUK TERHADAP LINGKUNGAN DAN BUDAYA SUBAK: STUDI KASUS DI KABUPATEN TABANAN PROVINSI BALI,” *Bumi Lestari*, vol. 14, no. 2, 2016.

- [15] I. G. M. N. Desnanjaya and I. G. I. Sudipa, "The control system of Kukul Bali based on microcontroller," in *Proceedings of 2019 5th International Conference on New Media Studies, CONMEDIA 2019*, 2019.

