

**PERANCANGAN SISTEM PEMILAHAN SAMPAH LOGAM DENGAN
MENGUNAKAN ENERGI PHOTOVOLTAIK
DESIGN OF METAL WASTE SEPARATOR SYSTEM USING
PHOTOVOLTAIC ENERGY**

M. Andi Alif R. N¹, Mohamad Ramdhani², Dien Rahmawati³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

kundiialif@student.telkomuniversity.ac.id¹, mohamadramdani@telkomuniversity.ac.id²

dienrahmawati@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Hampir seluruh kota di Indonesia mengalami kendala dalam mengelola sampah walaupun telah disediakan tempat sampah disekeliling atau pada suatu tempat umum seperti di jalanan, taman, sekolah, rumah sakit, dan di tempat lainnya. Namun adanya tempat sampah masih belum dalam menjadi solusi untuk permasalahan penumpukan sampah. Hal tersebut yang menjadi inspirasi penulis dalam pembuatan tempat sampah pintar yang dapat memilah sampah sesuai jenisnya, seperti anorganik berjenis logam, dan non logam. Sehingga diwujudkan oleh penulis dengan cara pembuatan tempat sampah yang dilengkapi dengan solar cell sebagai sumber daya sehingga hemat energi listrik serta dapat digunakan di tempat yang tidak memiliki sumber listrik, dan dengan adanya sensor jarak pada tempat sampah, yang dapat mendeteksi indikasi sampah penuh atau tidak yang nantinya akan memudahkan untuk digunakan kembali. Tujuan adanya inovasi tempat sampah pintar ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk memudahkan masyarakat dan dinas kebersihan dalam upaya membersihkan serta memilah sampah sesuai jenisnya, untuk dapat didaur ulang Kembali. Menggunakan sistem *Smart Trash Bin* yang telah dirancang penulis yaitu dapat memilah jenis sampah logam dan logam dengan menggunakan energi photovoltaik diharapkan dapat menjadi sebuah solusi dalam membantu memilah sampah logam sehingga menjadi bermanfaat kembali saat didaur ulang.

Kata kunci : Sampah, Tempat Sampah Pintar, Sensor Logam, Solar Cell

Abstract

Almost every cities in Indonesia has problem with managing the waste even though trash cans are provided all around in public places such as on streets, parks, schools, hospitals and etc. But it still cannot be solution that can be a way out for the problem of waste accumulation. This is what inspired the author in making smart trash cans that can sort waste according to its type, such as inorganic, metal and non metal. So it is realized by the author by making a trash can that can equipped with solar cell as a power so it can saves electrical energy and can be used in places that didn't provided power sources and with proximity sensor in trash can wich can detect indications of full waste or not, the purpose of this smart trash can it can be expeted to be solution in dealing with recycling waste ineasily way, so it can making easier for the surrounding community and the cleaning services to cleanand recycle waste. Using Smart Trash Bin System that designed by the author, that is being able to sort out the types of metal waste using photovoltaic energy is expected to be solution in helping to sort metal so it becomes useful again when recycled.

Keywords: *Wastes, Smart Trash Bin, Metallic Sensor, Solar Cell*

I. Pendahuluan

Permasalahan sampah di Indonesia menjadi masalah serius dan menyangkut juga kepada permasalahan sosial, ekonomi dan budaya. Hampir seluruh kota di Indonesia mengalami kendala dalam mengelola sampah. Hal ini membuat berbagai upaya dari masyarakat terutama dari bidang sektor kebersihan untuk menanggulangi permasalahan sampah tersebut hingga sekarang. Hal ini juga terjadi karena pengolahan TPA (tempat pemrosesan akhir) di sebuah kota lahannya masih kurang sehingga masyarakat banyak membuang sampah di sungai. Berdasarkan laporan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Siti Nurbaya mengatakan bahwa sampah yang dihasilkan berdominan sampah organik yang mencapai sekitar 60 % dan sampah plastik yang mencapai 15% dari total timbulan sampah, terutama di daerah perkotaan..

Keadaan seperti ini membuat tergeraknya beberapa peneliti di Indonesia termasuk mahasiswa Telkom University, untuk membuat berbagai inovasi dan solusi untuk mengurangi permasalahan sampah di Indonesia. Penelitian yang berasal dari mahasiswa Telkom University jurusan Teknik Elektro ini berhasil menghasilkan sebuah inovasi dan solusi yaitu alat pemisah sampah dengan menggunakan sensor suhu DHT22, dimana alat tersebut bisa mendeteksi dan memilah sampah basah (organik) dan sampah kering (anorganik).

Tetapi inovasi yang telah dibuat oleh mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2015 tersebut masih memiliki kendala dan kekurangan dalam bagian *source of power*, dimana masih membutuhkan tenaga listrik dari sumber PLN sehingga tidak bisa ditempatkan di luar (*outdoor*) yang tidak memiliki sumber listrik maka dari itu dibutuhkan energi listrik terbarukan seperti solar panel yang dapat memanfaatkan tenaga surya matahari untuk mengisi listrik. Selanjutnya *Smart Trash Bin* tersebut belum bisa mengklasifikasi antara sampah logam dan non logam padahal sampah logam tersebut bisa dimanfaatkan oleh pemulung untuk dijual kembali dan bisa dilakukan daur ulang kembali oleh dinas kebersihan.

Hal tersebut menjadi latar belakang, penulis mencoba mencari solusi untuk menanggulangi kendala dari *Smart Trash Bin* sehingga penulis akan melakukan penelitian dan percobaan yang berbeda, yaitu membuat tempat sampah yang dapat mendeteksi anorganik dan logam. Dimana penulis menggunakan sensor *Inductive Proximity* untuk bisa mendeteksi logam pada sampah sehingga bisa memilah antara sampah logam dan non logam. Penulis selanjutnya menambahkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi benda masuk pada tempat sampah sehingga dapat memicu dan mengkomunikasikan kepada sensor lain untuk bekerja. Selain itu, penulis menambahkan solar panel dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber tegangan untuk *Smart Trash Bin* dengan tujuan bisa ditempatkan di luar ruangan (*outdoor*) yang tidak memiliki sumber listrik.

Sehingga dengan solusi rancang alat yang telah dikerjakan, telah berhasil memilah sampah logam dan sampah non logam dan dengan menggunakan solar panel 50 WP sudah cukup untuk menghidupi seluruh sistem di malam hari. Selanjutnya sistem ini dapat diletakan di tempat yang tidak memiliki sumber listrik dengan memanfaatkan efek photovoltaic yang sudah dirancang.

II. Dasar Teori

Sampah adalah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Material sisa yang dimaksud adalah barang yang sudah terpakai yang tidak bisa digunakan lagi atau barang yang sudah tidak memiliki fungsi lagi. Material sisa bukan hanya peninggalan dari manusia, tapi bisa juga sesuatu yang dihasilkan/ditinggalkan oleh hewan dan tumbuhan yang tidak terpakai.[4]

Sampah adalah barang yang dihasilkan dari kegiatan manusia dan sudah tidak digunakan lagi dalam artian tidak disenangi, tidak dipakai, ataupun memang ingin dibuang. Sederhananya, benda yang tidak disenangi dan dibuang ke alam adalah sampah (“*World Health Organization*”). Sampah sendiri juga diatur dalam undang- undang nomor 18 tahun 2008 mengenai Pengolahan Sampah yaitu, “Sampah yang dimaksud yaitu sisa kegiatan sehari-hari manusia atau sisa proses alam yang dapat berbentuk padat atau semi padat, dapat berupa zat organik atau organik, dan bersifat bisa terurai atau tidak bisa terurai yang dianggap tidak berguna dan dibuan ke lingkungan”

2.1 Sampah Logam

Sampah dari bahan logam seperti besi, kaleng, alumunium, timah, dan lain sebagainya dapat dengan mudah ditemukan di lingkungan sekitar kita. Sampah dari bahan kaleng biasanya yang paling banyak kita temukan dan yang paling mudah kita manfaatkan menjadi barang lain yang bermanfaat. Sampah dari bahan kaleng dapat dijadikan berbagai jenis barang kerajinan yang bermanfaat [6]. Berbagai produk yang dapat dihasilkan dari limbah kaleng di antaranya tempat sampah, vas bunga, gantungan kunci, celengan, gif box dll. Jenis logam dibagi menjadi 2 macam yaitu: Logam Ferro adalah suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi untuk menghasilkan suatu logam paduan yang mempunyai sifat yang berbeda dengan besi dan karbon maka dicampur dengan bermacam logam lainnya. Logam ferro terdiri dari komposisi kimia yang sederhana antara besi dan karbon. Masuknya unsur karbon ke dalam besi dengan berbagai cara. Contoh logam fero antara lain sebagai berikut: besi tua, besi tempa, baja lunak dan baja karbon (sedang,tinggi,tinggi campuran) [7]Logam nonferro yaitu logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Contoh logam nonferro antara lain sebagai berikut: tembaga, alumunium dan timbel [7]

2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan. Frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Kegunaan sensor ultrasonik pada alat yang telah dirancang adalah sebagai pendeteksi benda/sampah yang masuk kedalam lubang, dengan memanfaatkan fungsi pembacaan jarak sensor tersebut dapat mengirimkan informasi kepada sistem jika benda yang dideteksi berjarak kurang lebih 10 cm.

2.3 Sensor Induktif Proximity

Sensor induktif proximity adalah sensor jarak elektronik yang mendeteksi benda logam dengan jarak pendeteksian adalah 5mm atau kurang dari 1 inci[17]. Sensor induktif proximity bekerja dengan prinsip listrik yaitu induktansi. Induktansi adalah fenomena dimana arus yang berfluktuasi. Selanjutnya untuk memperkuat efek induktansi perangkat, sensor memutar kawat menjadi koil ketat dan mengalirkan arus melalui itu. Tujuan menggunakan sensor induktif proximity sebagai pendeteksi logam yaitu ukurannya yang kecil sehingga dapat digunakan untuk tempat sampah berskala kecil, tidak membutuhkan banyak daya dan dapat memilah seluruh jenis sampah logam ferro maupun non ferro. Penulis memanfaatkan amplitude dari osilator yang akan mengirimkan sinyal pada transistor jika benda logam *On* dan jika benda non logam *Off*, keadaan tersebut dikonversi dalam bentuk digital yaitu *On* bernilai 1 dan *Off* bernilai 0 sehingga Arduino dapat memerintahkan motor servo bergerak sesuai dengan keadaan 1 atau 0.

2.4 Solar cell

Merupakan pembangkit listrik yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik. Energi matahari sesungguhnya merupakan sumber energi yang paling menjanjikan mengingat sifatnya yang berkelanjutan (*sustainable*) serta jumlahnya yang sangat besar. Matahari merupakan sumber energi yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan kebutuhan energi masa depan setelah berbagai sumber energi konvensional berkurang jumlahnya serta tidak ramah terhadap lingkungan. Pada sistem ini pemilahan solar panel bertujuan sebagai sumber listrik yang dapat memanfaatkan energi cahaya matahari dan tujuan penggunaan solar panel 50 WP jenis monocrystalin adalah dikarenakan memiliki penyerapan yang lebih besar dan efisien yang lebih besar di bandingkan solar panel bertipe polycrystalin.

2.5 Solar Charger Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* juga dapat mengatur *overcharging* dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell, dimana kelebihan ini dapat menyebabkan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai, selanjutnya *solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban, panel surya / solar cell 12 volt, umumnya solar panel memiliki tegangan output 16-21 volt. Jadi tanpa adanya peran *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan dikarenakan untuk mengisi atau *men-charge* baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 – 14,7 volt.

2.6 Aki

Aki yaitu aki *sealed* atau aki tertutup yaitu selnya terbuat dari bahan kalsium yang disekat oleh jaring berisi bahan elektrolit berbentuk gel/selai. Dikemas dalam wadah tertutup rapat. Aki jenis ini sering disebut sebagai aki kering. Sifat elektrolitnya memiliki kecepatan penyimpanan listrik yang lebih baik. Karena sel terbuat dari bahan kalsium, aki ini memiliki kemampuan penyimpanan listrik yang jauh lebih baik 6 seperti pada aki jenis kalsium pada umumnya. Pasalnya aki ini memiliki selfdischarge yang sangat kecil sehingga aki sealed ini masih mampu melakukan start saat didiamkan dalam waktu cukup lama. kemasannya yang tertutup rapat membuat aki jenis ini bebas ditempatkan dengan berbagai posisi tanpa khawatir tumpah. Namun karena wadahnya tertutup rapat pula aki seperti ini tidak tahan pada temperatur tinggi sehingga dibutuhkan penyekat panas tambahan jika aki diletakkan di ruang mesin. Latar belakang pemilihan aki kering dikarenakan aki tersebut tidak mudah bocor dan dengan menggunakan aki kering 12 volt 3ah bertujuan sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh solar panel agar sistem dapat digunakan pada malam hari.

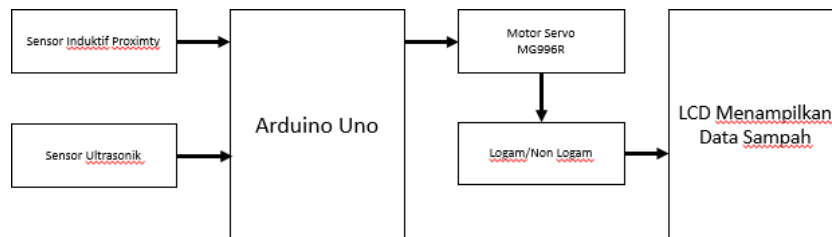
2.7 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di-*set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Penulis menggunakan salah satu jenis motor servo yaitu MG996R ini adalah versi lebih baru dari servo motor seri MG946 dan MG995. Servo motor berkinerja tinggi dengan gear logam (*metal gear*) sehingga lebih kuat dalam mengangkat sampah, *ball bearing* ganda, 180° rotasi yang cukup untuk menggerakkan aktuator dalam proses pemilhan sampah, kabel koneksi sepanjang 30 cm, dan dilengkapi dengan aksesoris untuk digunakan sesuai kebutuhan. Servo motor ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan motor dengan torsi yang memadai hingga 13 kg.cm (batas *stall torque* pada 7,2 Volt) sehingga dapat digunakan untuk mengangkat sampah logam yang lebih berat dibandingkan jenis sampah lain. Batas tegangan maksimum sebesar 7,2 V, namun dianjurkan untuk membatasi tegangan catu daya pada tingkat 6 Volt sehingga tidak memakan energi yang lebih besar untuk menggunakan motor servo tersebut.

2.8 Buck Converter

DC *Buck Converter* atau *step-down* converter adalah konverter daya DC-ke-DC yang menurunkan tegangan (saat meningkatkan arus) dari input (pasokan) ke output (beban). Ini adalah kelas catu daya sakelar-mode yang biasanya mengandung setidaknya dua semikonduktor (dioda dan transistor, meskipun konverter modern sering mengganti dioda dengan transistor kedua yang digunakan untuk perbaikan sinkron) dan setidaknya satu elemen penyimpanan energi, kapasitor, induktor, atau keduanya dalam kombinasi dengan adanya *buck converter* yang tersambung pada sistem *smart trash bin* energi yang digunakan oleh baterai dapat stabil pada 6 volt sesuai dengan batas voltase motor servo dan tidak menyebabkan kerusakan arduino yang sering terjadi karena voltase yang tidak stabil.

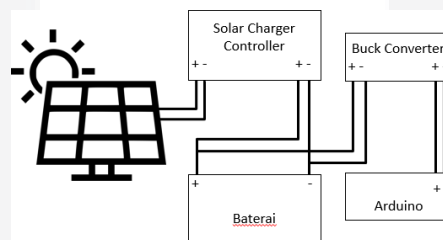
III. Desain dan Implementasi



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Pada tugas akhir ini, sistem secara keseluruhan akan dikonfigurasi sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Gambar 1 merupakan sistem secara keseluruhan yang saling berhubungan sehingga dapat mencapai tujuan yang diinginkan menunjukkan diagram blok sistem secara keseluruhan, dengan input awal berupa sampah yang masuk dan akan dideteksi oleh sensor ultrasonik, sensor tersebut terhubung dengan Arduino uno, berperan sebagai otak dari seluruh sistem. Selanjutnya sensor ultrasonik akan mengirimkan data jika berhasil mendeteksi benda atau tidak kepada arduino, setelah sampah terdeteksi maka arduino akan mengaktifkan seluruh sensor. Sensor pertama yang dilalui oleh sampah, yaitu sensor induktif proximity dan akan mendeteksi sampah tersebut logam atau non-logam, informasi tersebut diteruskan ke arduino, yang akan memerintahkan motor servo MG996R dari posisi baling-baling 90° untuk berputar 0° bila sampah tersebut logam dan berputar 180° bila sampah tersebut non-logam. Selanjutnya LCD (*liquid crystal display*) menampilkan data/informasi sampah yang terdeteksi oleh sensor.

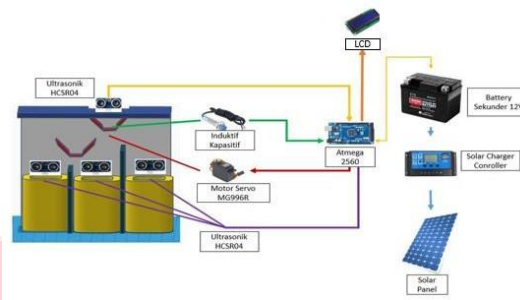
3.1 Subsystem Solar Cell



Gambar 2 Sistem Solar Cell

Gambar 2 merupakan skema pengisian baterai aki menggunakan panel surya. *Output* dari panel surya akan akan diatur oleh *solar charge controller* yang *output* nya dihubungkan kedalam *input* baterai aki. *Solar charger controller* ini berfungsi untuk mengisi daya kedalam baterai aki yang bersumber dari panel surya dan akan berhenti mengisi ketika baterai aki sudah penuh. *Output* voltase dan arus dari baterai aki distabilkan oleh *buck converter* sehingga voltase *output* baterai aki siap digunakan oleh sistem, maka voltase tidak berubah-ubah pada *input* yang sering menyebabkan kerusakan pada Arduino.

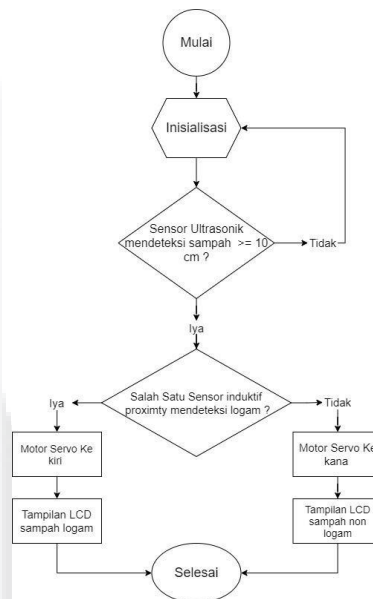
3.2 Diagram Perangkat Keras



Gambar 3 Diagram Perangkat Keras

Komponen yang digunakan pada alat tersebut adalah sensor ultrasonik sebagai pendeteksi benda masuk yang akan diletakkan ditepi lubang tempat sampah masuk, selanjutnya aktuator plat yang akan digerakan oleh motor servo MG996R. Pada motor servo 1 telah diletakkan 3 sensor Induktif Proximity dengan masing-masing jarak sensor 3 cm sehingga ketika mendeteksi adanya logam motor servo akan berotasi sebanyak 90° membuat logam terjatuh ke tong sampah logam dan ketika sensor tidak mendeteksi keberadaan logam motor servo akan berotasi sebesar 180° sehingga sampah tersebut ditangkap oleh motor servo 2. Selanjutnya, informasi akan disampaikan ke arduino uno dan langsung ditampilkan ke layer LCD.

3.3 Diagram Alur



Gambar 4 Diagram Alur

Diagram alur sistem dari tugas akhir ini. Pertama sampah masuk dan sistem dimulai dengan mendeteksi benda masuk atau tidak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, dimana jarak deteksi benda adalah 10 cm setelah mendeteksi benda masuk sensor ultrasonik akan mengirimkan data ke pada mikrokontroler dan memerintah sensor lain untuk bekerja/aktif. Pada tahap kedua ketiga sensor induktif proximity mendeteksi benda/sampah tersebut logam atau tidak, selanjutnya pada aktuator sudah terpasang motor servo, dimana jika sampah yang dideteksi salah satu sensor logam maka motor servo akan bergerak ke kiri dan jika sampah tidak dideteksi sensor maka non logam dan motor servo akan bergerak ke kanan, selanjutnya sampah yang jatuh ke kiri akan masuk ke dalam tong sampah

logam dan sampah yang jatuh kekanan akan masuk ke tong sampah non logam, sehingga sistem pemilihan sampah selesai.

VI. Hasil Dan Pembacaan

4.1 Pengujian Sensor Induktif Proximity

Tujuan Pengujian adalah melihat akurasi sensor induktif proximity yang sudah disambungkan dengan mikrokontroler arduino dalam mengklasifikasi jenis sampah logam dan jenis sampah anorganik lainnya.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Induktif Proximity dalam Mendeteksi Jenis Sampah Logam

Jenis Sampah	Status Sesuai Jenis Aslinya	Hasil Pengujian Sensor					
		1		2		3	
		Logam	Non Logam	Logam	Non Logam	Logam	Non Logam
Stepless	Logam	✓		✓		✓	
Sisir Besi	Logam	✓		✓		✓	
Gunting	Logam	✓		✓		✓	
Kunci Tembaga	Logam	✓		✓		✓	
Kunci Motor	Logam		X		X	✓	
Gembok Engsel	Logam	✓		✓		✓	
Koin	Logam	✓		✓		✓	
Gunting kuku patah	Logam	✓		✓		✓	
Ultrasonik Rusak	Logam	✓		✓		✓	
Tang	Logam	✓		✓		✓	
Solder Rusak	Logam	✓		✓		✓	
Ujung obeng	Logam		X	✓			X
Kabel Timah	Logam	✓		✓		✓	
Kaleng soda	Logam	✓		✓		✓	
Sendok stainless	Logam	✓		✓		✓	
Botol Lotion	Non Logam		✓		✓		✓
Karet Rambut	Non Logam		✓		✓		✓
Potongan Selang	Non Logam		✓		✓		✓
Sendok plastik	Non Logam		✓		✓		✓
Korek api	Non Logam		✓		✓		✓
Pulpen	Non Logam		✓		✓		✓
Pensil	Non Logam		✓		✓		✓
Lakban	Non Logam		✓		✓		✓
Bungkus rokok	Non Logam		✓		✓		✓
Botol minuman	Non Logam		✓		✓		✓
Gelas Plastik	Non Logam		✓		✓		✓
Duplek	Non Logam		✓		✓		✓
Pecahan keramik	Non Logam		✓		✓		✓
Pecahan Kaca Botol	Non Logam		✓		✓		✓
Pecahan Kaca	Non Logam		✓		✓		✓

Hasil yang didapatkan dengan 3 kali percobaan alat ini memiliki tingkat keakurasian, presisi dan sensitivitas yang tinggi, selanjutnya untuk mendapat akurasi, presisi dan sensitivitas dari keseluruhan percobaan adalah dengan menghitung nilai rata-rata 3 percobaan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi rata-rata} = \frac{\text{Akurasi 1} + \text{Akurasi 2} + \text{Akurasi 3}}{\text{Jumlah percobaan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{93+96+96}{3} \times 100 \% = 95\%$$

$$\text{Presisi rata-rata} = \frac{\text{Presisi 1} + \text{Presisi 2} + \text{Presisi 3}}{\text{Jumlah percobaan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{86 + 93 + 93}{3} \times 100 \% = 90,6\%$$

$$\text{Sensitivitas rata-rata} = \frac{\text{Sensitivitas 1} + \text{Sensitivitas 2} + \text{Sensitivitas 3}}{\text{Jumlah percobaan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{100 + 100 + 100}{3} \times 100 = 100 \%$$

Sehingga angka ini menunjukkan bahwa akurasi sensor induktif proximity yang sudah dirancang pada *Smart Trash Bin* sudah sangat baik dan akurat. Nilai *error* yang terjadi sebesar 5% diakibatkan karena sampah yang logam/non logam yang masuk terlalu kecil sehingga tidak terdeteksi dengan baik saat masuk kedalam aktuator seperti contoh ujung obeng. Selanjutnya *error* yang terjadi pada kunci motor diakibatkan oleh gagang kunci motor yang berbahan plastik, yaitu pada saat masuk kedalam ke dalam aktuator posisi bagian kunci motor yang berbahan logam tidak mengenai sensor, sehingga sensor tidak mendeteksi adanya sampah jenis logam.

4.2 Pengujian Ketepatan dan Akurasi Aktuator dalam Mengklasifikasikan Sampah

Pengujian ini bertujuan untuk melihat akurasi dari aktuator yang sudah dirancang dan telah disambungkan dengan motor servo MG996R dalam mengklasifikasi sampah logam dan sampah non logam.

Percobaan	Jenis Sampah	Status Sesuai Jenis Aslinya	Hasil Pengujian Aktuator								
			1			2			3		
			L	RR	RL	L	RR	RL	L	RR	RL
1	Stepless	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
2	Sisir Besi	Logam	-	X	-	V	-	-	V	-	-
3	Gunting	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
4	Kunci Tembaga	Logam	-	-	-	V	-	-	V	-	-
5	Kunci Motor	Logam	-	X	-	-	X	-	-	-	-
6	Gembok Engsel	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
7	Koin	Logam	V	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Gunting kuku patah	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
9	Ultrasonik Rusak	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
10	Tang	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
11	Solder Rusak	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
12	Ujung obeng	Logam	-	X	-	V	-	-	V	-	-
13	Kabel Timah	Logam	V	-	-	-	-	-	V	-	-
14	Kaleng soda	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
15	Sendok stainless	Logam	V	-	-	V	-	-	V	-	-
16	Botol Lotion	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-

17	Karet Rambut	Non Logam	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Potongan Selang	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-
19	Sendok plastic	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-
20	Korek api	Non Logam	-	V	-	X	-	-	-	V	-
21	Pulpen	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-
22	Pensil	Non Logam	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Lakban	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-
24	Bungkus rokok	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-
25	Botol minuman	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-
26	Gelas Plastik	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	-	-
27	Duplek	Non Logam	-	V	-	-	V	-	-	V	-
28	Pecahankeramik	Non Logam	-	-	-	-	V	-	-	V	-
29	Pecahan Kaca	Kaca	-	-	V	-	-	V	-	-	-
30	Beling	Kaca	-	-	V	-	-	V	-	-	V

Dengan 3 percobaan yang sudah dilakukan didapatkan nilai akurasi, presisi dan sensitivitas seluruh percobaan adalah sebagai berikut ;

- Nilai rata-rata akurasi aktuator = $\frac{76+80+80}{3} \times 100 = 78,6 \%$

- Nilai total presisi aktuator seluruh percobaan

$$\text{presisi} = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{23+24+24}{(23+24+24)+(7+5+6)} \times 100\% = \frac{71}{89} \times 100\% = 79 \%$$

- Nilai total sensitivitas aktuator seluruh percobaan

$$\text{sensitivitas} = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{23+24+24}{(23+24+24)+(0+1+0)} \times 100\% = \frac{71}{72} \times 100\% = 98,6 \%$$

Didapatkan nilai rata-rata akurasi untuk aktuator 1 dan 2 dalam sistem adalah 78,6% dengan nilai presisi 78% sehingga didapatkan bahwa kedua aktuator tersebut kurang bagus. Pada seluruh percobaan yang bertanda “-“ pada tabel menunjukkan bahwa sampah gagal masuk kedalam tong sampah yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu terdapat sampah yang sering tersangkut dengan aktuatornya sehingga tidak menggerakkan sampah, lalu posisi sampah jatuh juga sangat berpengaruh dikarenakan jika posisi terlalu dekat dengan tepi aktuator maka akan terlempar keluar dari aktuator dan faktor selanjutnya adalah jika benda memiliki panjang yang sama dengan lebar aktuator maka sampah tersebut akan terjebak. Selanjutnya nilai *error* yang bertanda “X” pada tabel diakibat oleh sistem gagal dalam memilah sampah logam dan logam dikarenakan ukuran sampah yang terlalu kecil sehingga tidak mengenai ujung ketiga sensor induktif proximity contoh ujung obeng dan faktor selanjutnya adalah beberapa sampah memiliki dua bagian logam dan non logam seperti contoh korek, pada ujung korek logam namun pada bagian badan korek berbahan plastik, hal ini menyebabkan *error* karena sensor membaca jenis bahan yang jatuh tepat pada ujung sensor induktif proximity.

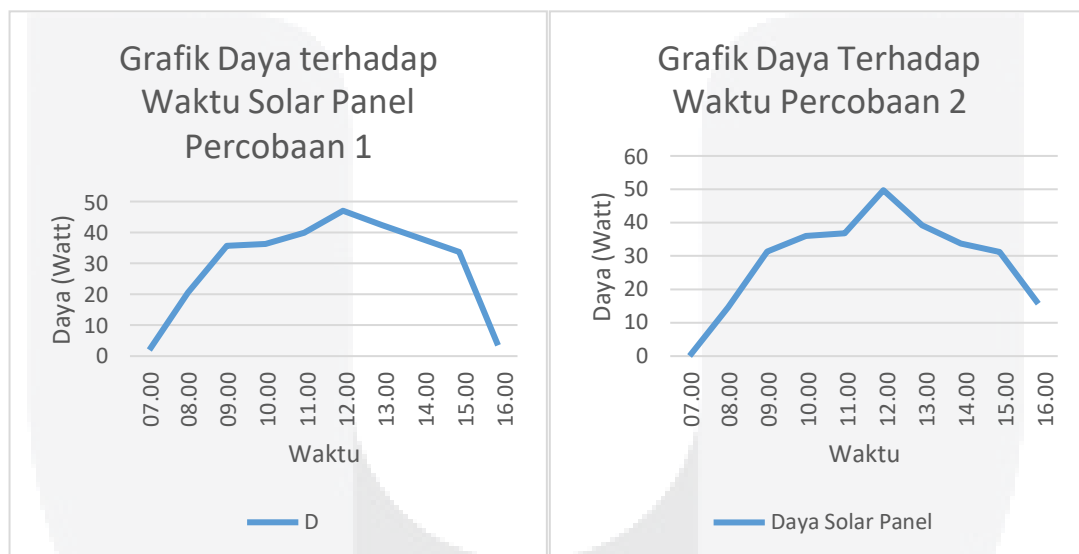
Tabel 3 Total durasi sampah

Jenis Sampah berhasil	Jenis Sampah berhasil	Jenis Sampah berhasil	Total Durasi (detik)	Rata-rata durasi

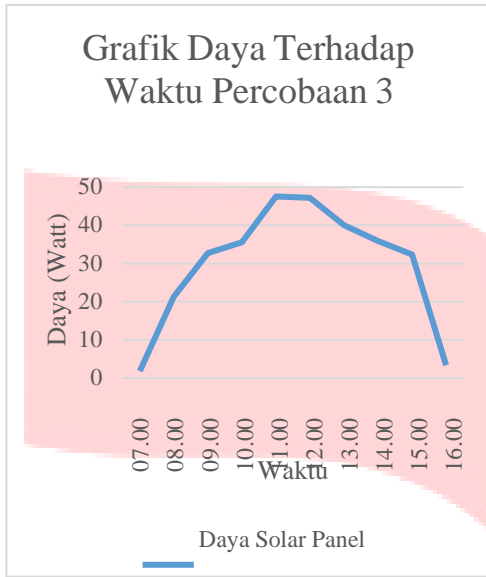
percobaan 1 (pcs)	percobaan 2 (pcs)	percobaan 3 (pcs)		
Logam 12	Logam 13	Logam 13	$56,04 + 58,38 + 61,52 = 175,94$	$\frac{175,94}{38} = 4,63$ detik
Anorganik 11	Anorganik 7	Anorganik 9	$127,14 + 74 + 97,26 = 298,4$	$\frac{298,4}{27} = 11,051$ detik
Kaca 2	Kaca 2	Kaca 2	$18,53 + 17,87 + 18,7 = 55,1$	$\frac{55,1}{6} = 9,18$

4.3 Pengujian dan Analisis Panel Surya 50 WP

Tujuan dari pengujian panel surya 50 WP ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak daya, arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dan berapa durasi untuk panel surya dapat mengisi aki 12 volt dengan penuh dan pengujian ini dilakukan di luar ruangan dimana tempat yang disinari oleh matahari secara langsung, selanjutnya pengujian dilakukan selama 3 kali dengan hari yang berbeda.



Gambar 5 Grafik Daya terhadap Waktu Solar Panel Percobaan 1 dan 2



Gambar 6 Grafik Daya terhadap Waktu

Selanjutnya didapatkan bahwa rata-rata nilai daya yang di hasilkan dalam 3 hari adalah ;

- Rata-rata daya =
$$\frac{P_{tot \text{ Percobaan 1}} + P_{tot \text{ Percobaan 2}} + P_{tot \text{ Percobaan 3}}}{\text{Hari}}$$
- P_{tot} = Power Total (Watt)

Rata-rata Daya = $\frac{298,67 + 288,1 + 297,947}{3} = 294,682$ wathour

Daya teoritis *output* panel 50 wp selama 10 jam :

- Daya Teoritis = Daya Peak panel x Waktu
= 50 wp x 10 Jam = 500 wathour

Maka didapatkan waktu pemanfaatan sinar matahari oleh solar panel adalah

- Waktu = $\frac{\text{Wathour Percobaan}}{\text{Watt peak}} = \frac{294,628 \text{ Wh}}{50 \text{ Wp}} = 5,88 \text{ jam}$

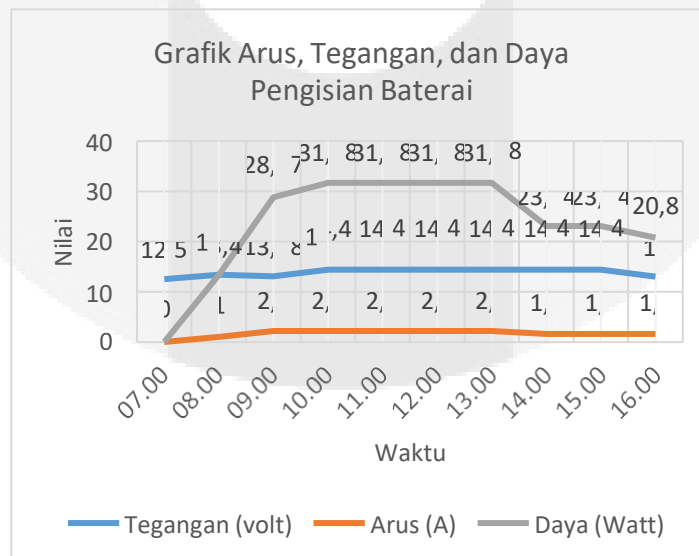
Solar Panel Percobaan 3

Sehingga dapat dibuktikan bahwa dengan

menggunakan solar panel 50 Wp monocrystalin dengan 3 kali percobaan, menunjukkan efisiensi waktu dalam pengecasan solar panel dibawah sinar matahari selama 1 hari adalah ± 5jam.

4.4 Perhitungan Konsumsi Daya Baterai terhadap Sistem

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama/banyak waktu yang dapat disediakan oleh baterai dalam menghidupkan sistem sehingga diperlukannya perhitungan total daya beban sistem. Pengolahan data total daya yang masuk dari solar panel ke baterai dan melakukan perhitungan berapa lama durasi solar panel dapat mengecas aki dengan penuh, selanjutnya menghitung wathour beban yang dihasilkan oleh *Smart Trash Bin* lalu melihat kekuatan baterai dapat menghidupkan yang akan menyala selama 24 jam dikarenakan akan digunakan di *outdoor*.



Gambar 7 Grafik Arus , Tegangan dan Daya Pengisian Baterai

4.5 Perhitungan Keperluan Daya Listrik

abel 4 Beban Sistem Smart Trash Bin

Nama Komponen	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)	Jumlah (Unit)	Total Daya
Arduino Uno	5V	40 mA	0.2 watt	1	0,2 watt
Motor Servo MG996R	5V	500 mA	2.5 watt	2	5 watt
Sensor Ultrasonik	5V	15 mA	0.5 watt	1	0,5 watt
Sensor Induktif Proximty	6V	300 mA	1,32 watt	3	5,4 watt
LCD (20x4)			1 watt	1	1 watt
Sensor Cahaya Photodiode	5V	15 mA	1,32 watt	1	0.25 watt
LED kuning	1.2V	60 mA	0,072 watt	1	0.072 watt
Buck Converter			1 watt	1	1 watt
SSC			2 watt	1	2 watt
Total Keseluruhan Daya (watt)					15,422 watt

Total beban yang dikonsumsi sistem adalah 15,422 watt pada saat sekali pakai dengan kondisi semua sistem bekerja. Maka dengan menggunakan baterai 12 volt 3 ah didapatkan bahwa total maksimal penggunaan sistem adalah sebagai berikut;

Diketahui durasi rata-rata pemakaian sistem untuk 1 sampah adalah 8,06 detik.

Daya Baterai : 12 volt x 3 ah : 36 watt-hour /10 jam

Tabel 5 Total Penggunaan Smart Trash Bin dengan jenis sampah

Jenis Sampah	Durasi (detik)	Daya Baterai (wh)	Daya Solar Panel (wh)	Beban Sistem (watt)	Total pemakaian sistem (Baterai)	Total pemakaian sistem (Solar Panel)
Logam	4,67	36	294,682	15,422	1815	14857
Kaca	9,18	36	294,682	15,422	915	7493
Anorganik	11,05	36	294,682	15,422	760	6224

V. Kesimpulan

1. Sensor induktif Proximity berhasil memilah jenis sampah logam dan non logam dengan baik, memiliki akurasi sebesar 95% dari seluruh total percobaan.
2. Motor servo 2 dalam mengangkat beban sampah berhasil mengangkat hingga 1,2 kg namun untuk motor servo 1 tidak bisa mengangkat beban yang memiliki massa lebih dari 1 kg dikarenakan baling-baling lengan servo yang sudah longgar yang disebabkan oleh pemakaian dan pengujian yang banyak sehingga sampah tidak berhasil terangkat, dari aktuator yang

dirancang didapatkan bahwa akurasi ketepatan aktuator dalam melempar sampah sebesar 78,6% dengan nilai presisi yaitu 78,6%.

3. Solar panel 50 WP Monocrystalyn memproduksi daya listrik dalam 3 kali percobaan yang berbeda didapatkan yaitu 294,682 Watthour, dengan waktu efisiensi penyerapan solar panel yaitu selama 5 jam dibawah sinar matahari langsung. Solar panel 50 wp dapat melakukan pengecasan aki 12v 3ah hingga penuh selama \pm 4jam. Baterai aki 12volt 3Ah dapat menghidupkan sistem *Smart Trash Bin* sebanyak 1815 kali untuk sampah logam, 915 kali untuksampah kaca dan 760 kali untuk sampah non logam.

Referensi :

- [1] Lampiran Amalia, Nur Afifah. Elsa Benia dan Ghilang Rizky. (2020, Agustus 29). Polemik Daur Ulang Sampah : Suatu kajian atas Keseriusan Pemerintah dalam Pengolahan Sampah. Fh Unpad . Diakses pada 20 Oktober 2020 melalui <https://fh.unpad.ac.id/polemik-daur-ulang-sampah-suatu-kajian-atas-keseriusan-pemerintah-dalam-pengelolaan-sampah/>
- [2] Kurnia, Nining. (2020, Agustus 31). Sampah Menjadi Masalah Lingkungan di Indonesia. Kompasiana. Diakses pada 20 Oktober 2020 melalui <https://www.kompasiana.com/niningkurnia/5cbef26595760e2b081e54a4/sampah-menjadi-masalah-lingkungan-di-indonesia>
- [3] Mahyudin, Rizqi P. 2014. “ Strategi Pengelolaan Sampa Berkelanjutan” : *Jurnal Rizqi Putri Mahyudin/EnviroScienteae* Hlm 33-40. Banjarmasin : Fakultas Teknik, Teknik Lingkungan Universitas Lambung Barat
- [4] Rimbakita . Sampah – Pengertian, Jenis, Dampak dan Pengelolaan. Rimbakita. Diakses pada 30 Oktober 2020 melalui <https://rimbakita.com/sampah/>
- [5] Marliani, Novi. 2016.“Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pedidikan Lingkungan Hidup”:*Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*. Jakarta Selatan:Fakultas Teknik, Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indraprasta
- [6] Indiyanto, Rus. “Pengantar Pengetahuan Bahan Teknik” Diktat UPN hlm 2-3. Surabaya : Fakultas Teknologi Industri, Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
- [7] Damayanti, Elfriska. (2016, Januari 21). Konsep Pengelola Sampah dan Aplikasi 3R Melalui Bank Sampah. Diakses pada 1 januari2021 melalui <http://portal.bangkabarakab.go.id/content/konsep-pengelolaan-sampah-dan-aplikasi-3r-melalui-bank-sampah>
- [8] Sukarjadi, dkk. 2017. “ Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin Berbasis Arduino Uno Di Universitas Maarif Hasyim Latif” *Teknika Engineering and Sains Jurnal* Vol. 1, No. 1, Hlm 101 – 110. Surabaya : Teknik Elektro, Politeknik Sakti.

[9] Almanda, Deni. Haris Isyanto dan Riza A. "Perancangan *Prototype*

Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Solar Panel 100 WP Sebagai Sumber Energi Listrik" .Jurusan Teknik Elektro.

