

## **Pengembangan Robot Pemilah Sampah untuk Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan di MTsN 1 Banda Aceh**

### ***The Development of Waste Sorting Robot to Improve Environmental Care Attitudes at MTsN 1 Banda Aceh***

**Nurmahni Harahap**

MTsN 1 Banda Aceh

Email: mahniharahap@gmail.com

#### **Abstrak**

Salah satu upaya pengelolaan sampah adalah dengan memilah sampah. Penanganan sampah di Indonesia terutama di Aceh masih konvensional. Berdasarkan fakta tersebut, diperlukan terobosan baru pada masa era revolusi industri 4.0 dengan membuat robot pemilah sampah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengembangan robot pemilah sampah dan untuk mengetahui sikap peduli lingkungan di MTsN 1 Banda Aceh dengan pengembangan robot pemilah sampah. Metode penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D). Peneliti mengacu pada model pengembangan Sugiyono yang melalui 10 langkah berurutan (prosedural) yaitu: 1) Potensi dan masalah; 2) Pengumpulan data; 3) Desain produk; 4) Validasi desain; 5) Revisi desain; 6) Uji coba produk; 7) Revisi produk; 8) Uji coba pemakaian; 9) Revisi produk; 10) Produksi massal. Penelitian dan pengembangan yang dilakukan peneliti hanya dari langkah 1-9. Pada langkah kesepuluh (10) produksi massal, peneliti tidak melakukannya karena terkendala waktu dan biaya. Lokasi penelitian dilakukan di MTsN 1 Banda Aceh. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September s/d November 2020. Instrumen penelitian ini adalah pedoman wawancara, angket penilaian kelayakan produk robot pemilah sampah dan angket sikap peduli lingkungan. Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif dengan persentase. Hasil validasi desain kelayakan robot pemilah sampah oleh 2 dosen ahli rancang bangun mesin dan 1 guru IPA MTsN 1 Banda Aceh ahli materi lingkungan diperoleh skor 17 dengan nilai 100% kategori kurang layak. Selanjutnya pada uji coba diperoleh skor 29 dengan nilai 100% dengan kategori sangat layak. Kesimpulan penelitian ini adalah robot pemilah sampah sangat layak untuk digunakan. Pengembangan robot pemilah sampah dapat meningkatkan sikap peduli lingkungan di MTsN 1 Banda Aceh.

**Kata kunci:** Robot pemilah sampah, sikap peduli lingkungan, pengelolaan sampah.

#### **Abstract**

*One of the waste management efforts is to sort waste. Waste handling in Indonesia, especially in Aceh, is still conventional. Based on these facts, a new breakthrough is needed during the era of the industrial revolution 4.0 by making a waste sorting robot. The purpose of this study was to determine the process of developing a waste sorting robot and to determine the environmental care attitude at MTsN 1 Banda Aceh by developing a waste sorting robot. This research method is Research and Development (R&D). The researcher referred to Sugiyono's development model through 10 sequential steps (procedural), namely: 1) Potential and problems; 2) data collection; 3) Product design; 4) Design validation; 5) Revised design; 6) Product trials; 7) Product revision; 8) Trial use; 9) Product revision; 10) Mass production. Research and development carried out by researchers only from steps 1-9. In the tenth step (10) of mass production, researchers did not do it because of time and cost constraints. The research location was conducted at MTsN 1 Banda Aceh. The research was carried out from October to November 2020. The research instruments were interview guides, a waste sorting robot product feasibility assessment questionnaire, and an environmental care attitude questionnaire. The data analysis technique used descriptive statistics with percentages. The results of the validation of the feasibility design of the waste sorting robot by 2 machine design experts and 1 science teacher at MTsN 1 Banda Aceh, an environmental material expert, obtained a score of 17 with a value of*

*100% in the less feasible category. Furthermore, in the trial, the score was 29 with a value of 100% in the very feasible category. The conclusion of this study is that the waste sorting robot is very feasible to use. The development of a waste sorting robot can improve environmental awareness at MTsN 1 Banda Aceh.*

**Keywords:** *Waste sorting robot, environmental care attitudes, waste management*

## Pendahuluan

Manusia dan sampah telah hidup berdampingan selama puluhan abad. Sampah merupakan limbah yang dihasilkan dari adanya aktivitas manusia. Menurut WHO (*World Health Organization*) sampah adalah barang yang berasal dari kegiatan manusia yang tidak lagi digunakan, baik tidak dipakai, tidak disenangi ataupun yang dibuang. Contohnya yaitu kemasan plastik, botol minuman, kertas, dan lain-lain. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi manusia terhadap barang atau material yang digunakan sehari-hari. Menurut data statistik tahun 2015, hitungan rata-rata tiap individu di Indonesia diperkirakan menghasilkan sampah sebanyak 1,25 kg sampah per hari. Jumlah ini belum lagi dikalikan dengan jumlah total penduduk Indonesia yang bertambah setiap tahunnya.

Menurut Kahfi (2017) sampah merupakan masalah serius dalam isu lingkungan kehidupan. Setiap waktu manusia menghasilkan sampah, baik sampah industri maupun sampah rumah tangga yang bermacam-macam jenis dan bentuknya. Sampah akan menjadi masalah serius karena akan mengganggu kesehatan manusia, menimbulkan bau busuk dan polusi udara. Permasalahan sampah di Indonesia meliputi tingginya laju timbunan sampah, tingkat kepedulian masyarakat terhadap lingkungan masih rendah, dan masyarakat membuang sampah tidak pada tempat yang disediakan. Perilaku buruk ini, seringkali menyebabkan bencana banjir di musim hujan karena *drainase* (selokan) tersumbat sampah.

Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bahwa saat ini jumlah sampah di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun dan sebanyak 64 persen berakhir di TPA. Hal ini terjadi karena kebiasaan memilah sampah cenderung belum dimiliki semua orang. Padahal tempat sampah sudah disediakan oleh instansi kebersihan hanya menjadi hiasan bisu di jalanan yang tidak menarik tidak terurus, jika pengolahan sampah yang tidak baik dapat menyebabkan masalah lingkungan yang serius dan dapat merugikan kehidupan manusia (Ariessanti, 2019). Kebiasaan membuang sampah sembarangan dilakukan hampir di semua kalangan masyarakat. Tempat sampah yang sudah disediakan oleh instansi kebersihan belum berfungsi secara optimal. Disisi lain, kesadaran dan kepedulian setiap individu akan

kebersihan lingkungan sangat diperlukan dan lebih ditingkatkan. Kepedulian terhadap lingkungan bisa dilakukan dari lingkup yang terkecil yaitu lingkungan keluarga, selain melalui keluarga, sikap peduli lingkungan bisa dilakukan di sekolah, salah satunya dengan cara memilah sampah sesuai jenisnya kepada siswa.

Jika manusia tidak mulai membiasakan diri untuk memilah sampah dan tetap tidak peduli akan lingkungan dengan membuang sampah sembarangan tanpa melakukan pengelolaan sampah yang baik diperkirakan pada tahun 2020 jumlah sampah akan meningkat menjadi 67,8 juta ton dan 70,8 juta ton pada tahun 2025. Jadi kerusakan alam akan terjadi di Indonesia bila masyarakat memiliki sifat tidak peduli lingkungan (Mu'in, 2011). Bila hal ini terjadi maka bumi akan berubah menjadi daratan dan lautan sampah.

Salah satu upaya pengelolaan sampah adalah dengan memilah sampah. Salah satu manfaat memilah sampah adalah agar sampah dapat kembali dimanfaatkan menjadi barang yang bernilai guna. Perilaku memilah sampah di Indonesia ternyata masih buruk. Masyarakat masih sulit membiasakan diri membuang sampah sesuai jenis. Hal ini dapat kita lihat berdasarkan data BPS, tingkat perilaku tidak memilah sampah sebelum dibuang masih sangat tinggi yakni 81,16 %. Berdasarkan hal tersebut populasi bumi memproduksi sekitar 300 juta ton plastik tiap tahun, dan hanya 11 % yang dapat didaur ulang.

Undang Undang Nomor 18 Tahun 2008 pasal 4 tentang pengelolaan sampah menyatakan bahwa pengelolaan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya. Selanjutnya Qanun Kota Banda Aceh Nomor 1 Tahun 2017 pasal 12 tentang pengelolaan sampah menyatakan bahwa penyelenggaraan pengelolaan sampah dilaksanakan melalui tahapan pengurangan dan penanganan sampah. Kegiatan penanganan sampah meliputi: pemilahan sampah; pengumpulan sampah; pengangkutan sampah; pengolahan sampah; dan pemrosesan akhir sampah.

Dibeberapa negara maju, pemilahan sampah dilakukan dengan beragam jenis, salah satunya Jepang, warga Jepang menjadikan kegiatan pemilahan sampah menjadi salah satu budaya kehidupan sehari-hari. Secara umum pola penanganan sampah di Indonesia terutama di Provinsi Aceh masih konvensional, hanya

melalui tahapan paling sederhana, yaitu kumpul, angkut, dan buang. Selama puluhan tahun pola penanganan tersebut telah berlangsung, dan terpatrit menjadi kebiasaan masyarakat luas. Pengolahan sampah yang tidak baik dapat menyebabkan masalah lingkungan yang serius dan dapat merugikan kehidupan manusia.

Berdasarkan fakta tersebut, diperlukan suatu terobosan baru pada masa era revolusi industri 4.0 dengan membuat robot pemilah sampah, diharapkan untuk menciptakan budaya memilah sampah dan harus diterapkan terutama di madrasah, karena pada umumnya madrasah berpotensi besar dalam menyumbang produksi sampah kota sebesar 12 %, atau 23 ton/hari yang sebagian terdiri dari sampah plastik, kertas, botol minuman, dan lain-lain. Sebenarnya 83 % dari 23 ton/hari seharusnya masih bisa dikurangi melalui upaya program memilah sampah di madrasah.

Menurut Al Rasyid (2016) robot adalah sebuah perangkat mekanik yang dapat melakukan pekerjaan fisik yang dikendalikan secara otomatis atau dikontrol oleh manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu (kecerdasan buatan). Penggunaan robot canggih lainnya saat ini sebagian besar banyak di gunakan di negara-negara maju misalnya di Jepang dan juga negara-negara maju bagian Eropa dan Amerika.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan robot pemilah sampah dengan merancang tempat sampah berbasis rancang bangun mekanisme robot, robot pemilah sampah otomatis ini akan bekerja dengan unik yang sistem kerjanya modern. Peneliti merancang tempat sampah otomatis pada tempat sampah jenis residu, kertas dan plastik dengan menggunakan *arduino* dan sensor *HCSR04* yang secara keseluruhan efektif digunakan untuk menjaga kesehatan dan kebersihan lingkungan dalam meningkatkan kesadaran akan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan (Sukarjadi, 2017). Robot pemilah sampah ini akan terbuka secara otomatis bila kita berdiri di depan tempat sampah, peneliti merancang tempat sampah otomatis ini agar tangan tidak kotor, sehingga dapat menghindari tangan yang sangat rawan terkena bakteri dari tempat sampah tersebut (Almanda, 2018).

Selanjutnya pada tempat sampah jenis sampah botol peneliti menggunakan sensor suara, jadi tutup tempat sampah akan terbuka secara otomatis bila pengguna meremukkan

sampah botol karena sensor tersebut mendeteksi suara ketika sampah diremukkan, (adapun tujuan meremukkan sampah adalah agar terhindar dari penggunaan berulang botol minuman bekas untuk tempat minum kembali, selain itu dengan meremukkan sampah dapat memaksimalkan jumlah volume sampah di tempat sampah) dan ketika sampah sudah penuh maka alarm yang ada pada tempat sampah ini akan berbunyi dengan sendirinya.

MTsN 1 Banda Aceh merupakan salah satu madrasah yang telah menjalankan program memilah sampah, pada setiap ruang, disediakan 3 (tiga) tempat sampah berdasarkan jenisnya yang bertuliskan label sampah botol, kemasan plastik, dan kertas. Sedangkan jenis sampah residu diletakkan di luar ruangan, berdasarkan hasil wawancara dan observasi di lapangan, masih banyak siswa yang masih salah menempatkan jenis sampah pada tempat sampah yang bukan tempatnya. Selain itu, masih banyak siswa yang lupa membawa sampah yang sudah penuh untuk disimpan di WCP (*Wall Point Collect*) / depo penyimpanan sampah sementara sebelum sampah tersebut di angkut, sehingga akibatnya sampah yang kepenuhan membuat area tempat sampah di ruangan kelas berceceran dengan sampah yang tumpah akibat kepenuhan.

Berdasarkan fakta tersebut peneliti ingin menciptakan sarana edukasi dengan nama robot pemilah sampah pada setiap ruang. Hal ini bertujuan agar setiap siswa mampu terpatrit budaya memilah sampah, dan diharapkan kebiasaan ini akan terbawa kemanapun ia pergi sehingga dengan adanya kebiasaan memilah sampah ini dapat menyelamatkan bumi dan berpengaruh terhadap sikap peduli lingkungan. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka diperlukan penelitian dengan tentang Pengembangan Robot Pemilah Sampah untuk Meningkatkan Sikap peduli lingkungan di MTsN 1 Banda Aceh.

### Metode Penelitian

Dalam pengembangan robot pemilah sampah, peneliti mengacu pada model pengembangan Sugiyono yang melalui 10 langkah berurutan (prosedural) sebagai berikut: 1) Potensi dan masalah; 2) Pengumpulan data; 3) Desain produk; 4) Validasi desain; 5) Revisi desain; 6) Uji coba produk; 7) Revisi produk; 8) Uji coba pemakaian; 9) Revisi produk; 10) Produksi masal (Sugiyono, 2013).

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan peneliti hanya dari langkah 1 - 9. Pada langkah kesepuluh (10) produksi masal, peneliti tidak melakukannya karena terkendala waktu dan biaya.

#### Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di MTsN 1 Banda Aceh, Jalan. Pocut Baren. No. 114. Banda Aceh. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan September sampai November 2020.

#### Target/Subjek Penelitian

Target/subjek penelitian (untuk penelitian kualitatif) atau populasi-sampel (untuk penelitian kuantitatif) perlu diurai dengan jelas dalam bagian ini. Perlu juga dituliskan teknik memperoleh subjek (penelitian kualitatif) dan atau teknik samplingnya (penelitian kuantitatif).

#### Prosedur

Prosedur penelitian pengembangan robot pemilah sampah mengacu pada model pengembangan Sugiyono dengan prosedur 9 (sembilan) tahapan. Langkah penelitian dan pengembangan yang peneliti lakukan melalui 9 (sembilan) langkah berurutan (prosedural) sebagai berikut: 1) Potensi dan masalah; 2) Pengumpulan data; 3) Desain produk; 4) Validasi desain; 5) Revisi desain; 6) Uji coba produk; 7) Revisi produk; 8) Uji coba pemakaian; dan 9) Revisi produk.

#### Jenis Data dan Instrumen Penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian pengembangan robot pemilah sampah adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari kritik, saran, tanggapan dan masukan-masukan dari validator. Sedangkan data kuantitatif diperoleh melalui angket penilaian kelayakan produk pada saat uji coba dan angket sikap peduli lingkungan.

Arikunto (2010) menyatakan instrumen penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah. Instrumen dalam penelitian ini adalah pedoman wawancara, angket penilaian kelayakan produk robot pemilah sampah dan angket sikap peduli lingkungan.

#### Teknik Analisis Data

#### Hasil Wawancara

Analisis data yang digunakan peneliti adalah analisis data model Miles Huberman meliputi pengumpulan data (*data collection*), reduksi data, display data, penarikan kesimpulan dan verifikasi.

#### Angket Penilaian Kelayakan Produk Robot Pemilah Sampah

Data kuantitatif yang diperoleh melalui angket penilaian kelayakan robot pemilah sampah dianalisis dengan statistik deskriptif dengan cara mencari rata-rata hasil penilaian kemudian dikonversikan pada data kualitatif untuk mengetahui kualitas produk. Kriteria kelayakan produk dijelaskan pada Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1. Kriteria Kelayakan Produk Robot Pemilah Sampah**

| Kategori Penilaian | Interval nilai                                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Sangat layak       | $X \geq 0.80 \times \text{Skor tertinggi}$                                     |
| Layak              | $0.80 \times \text{Skor tertinggi} < X \geq 0.60 \times \text{Skor tertinggi}$ |
| Kurang layak       | $0.60 \times \text{Skor tertinggi} < X \geq 0.40 \times \text{Skor tertinggi}$ |
| Tidak layak        | $X < 0.40 \times \text{Skor tertinggi}$                                        |

(Djemari Mardapi, 2012)

Angket penilaian kelayakan produk robot pemilah sampah dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif dengan persentase:

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

(Sudijono, 2018)

Keterangan:

P = Angka persentase

F = Frekuensi

N = Responden

#### Angket Sikap Peduli Lingkungan

Angket sikap peduli lingkungan dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif dengan persentase:

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

(Sudijono, 2018)

Keterangan:

P : Angka presentase

F : Jumlah nilai yang diperoleh

N : Jumlah skor maksimal

Selanjutnya hasil persentase tersebut akan disesuaikan dengan kriteria rata-rata persentase menurut Gunawan (2019) yaitu: 76 – 100 (Sangat Peduli), 51 – 75 (Peduli), 26 – 50 (Kurang Peduli), 0 – 25 (Tidak Peduli).

### Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian dan pengembangan robot pemilah sampah untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan di MTsN 1 Banda Aceh dengan mengacu pada model pengembangan Sugiyono dengan 9 (sembilan) langkah berurutan (prosedural) sebagai berikut:

#### 1. Potensi dan Masalah

Potensi merupakan segala sesuatu yang ada disekitar lingkungan dan dapat didayagunakan nilai manfaatnya, sehingga akan memiliki nilai tambah dalam pemanfaatannya untuk dikembangkan menjadi suatu produk yang dapat digunakan oleh masyarakat luas. Potensi yang peneliti gunakan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah dengan memanfaatkan beberapa bahan bekas yang ada di sekitar sekolah. Adapun potensi yang peneliti gunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2. Potensi dalam Penelitian dan Pengembangan Robot Pemilah Sampah**

| Nama Bahan        | Asal Bahan                                   | Potensi yang Dikembangkan                                              |
|-------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Kayu dan triplek  | Sisa rehab pembangunan madrasah              | Wadah duduk robot                                                      |
| Stik bakso goreng | Sisa makanan bakso goreng                    | Penyangga pada tutup tempat sampah yang dihubungkan dengan motor servo |
| Stik sumpit       | Sisa makanan mie                             | Penyangga pada tutup tempat sampah yang dihubungkan dengan motor servo |
| Pulpen            | Pulpen yang sudah tidak digunakan lagi/rusak | Penyangga pada tutup tempat sampah yang dihubungkan dengan motor servo |
| Roda              | Limbah lemari yang sudah rusak               | Penggerak robot agar mudah digerakkan                                  |
| Benang            | Sisa pembuatan                               | Pengikat antara penyangga pada                                         |

| Nama Bahan        | Asal Bahan                                                                | Potensi yang Dikembangkan                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                   | kreasi siswa                                                              | tutup tempat sampah yang dihubungkan dengan motor servo                   |
| Tempat sampah     | Tempat sampah di kelas                                                    | Tempat sampah yang bekerja secara otomatis/robot                          |
| Lampu LED         | Bahan Praktikum IPA tentang listrik                                       | Sebagai penanda dengan lampu menyala bila sampah pada robot sudah penuh   |
| Buzzer            | Bahan Praktikum IPA tentang bunyi                                         | Sebagai penanda dengan suara berdering bila sampah pada robot sudah penuh |
| Arduino mega      | Bahan pembuatan mobil robot pada mata pelajaran prakarya                  | Mikrokontroller tong sampah otomatis                                      |
| Panel Surya       | Penyimpan energi untuk lampu mikroskop apabila pasokan listrik utama mati | Sumber listrik utama pada tong sampah otomatis untuk tong sampah residu   |
| Baterai 12 Volt   | Bekas baterai motor                                                       | Penyimpan energi dari panel surya                                         |
| Motor servo       | Bahan pembuatan palang pintu otomatis pada mata pelajaran prakarya        | Menggerakkan tong sampah secara otomatis                                  |
| Cat minyak        | Sisa bahan pembuatan vas bunga pada mata pelajaran prakarya               | Mewarnai wadah robot                                                      |
| Sensor ultrasonik | Bahan pembuatan palang pintu otomatis pada mata pelajaran prakarya        | Mendeteksi apabila seseorang yang hendak membuang sampah                  |
| Kabel             | Sisa bahan Praktikum IPA tentang listrik                                  | Kabel penghubung pada pembuatan tong sampah otomatis                      |

Berdasarkan uraian pada Tabel 2 di atas, peneliti menggunakan bahan tersebut sebagai bahan dasar dalam membuat robot pemilah sampah. Selanjutnya penelitian yang telah dilakukan berasal dari adanya suatu potensi dan masalah. Masalah adalah penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi (Sugiyono, 2014).

Berdasarkan hasil observasi di MTsN 1 Banda Aceh, terdapat masalah di MTsN 1 Banda Aceh, karena selama dua tahun madrasah peneliti telah menjalankan program memilah sampah, pada setiap ruang, disediakan 3 (tiga) tempat sampah berdasarkan jenisnya yang bertuliskan label sampah botol, kemasan plastik, dan kertas. Sedangkan jenis sampah residu diletakkan di luar ruangan, berdasarkan fakta di lapangan, masih banyak siswa yang masih salah menempatkan jenis sampah pada tempat sampah yang bukan tempatnya. Selain itu, masih banyak siswa yang lupa membawa sampah yang sudah penuh untuk disimpan di WCP (*Wall Point Collect*) / depo penyimpanan sampah sementara sebelum sampah tersebut di angkut, sehingga akibatnya sampah yang kepenuhan membuat area tempat sampah pada ruang kelas berceceran dengan sampah yang tumpah akibat kepenuhan.

Berdasarkan masalah tersebut, peneliti tergerak untuk melakukan suatu terobosan baru untuk menciptakan suatu produk yang dapat berfungsi untuk mengingatkan siswa dalam memilah sampah, serta membuat alarm jika sampah penuh, serta tempat sampah terbuka secara otomatis, setelah melakukan observasi dan mencari potensi dan masalah yang dihadapi oleh siswa, maka peneliti merancang/mendesain robot pemilah sampah untuk memudahkan siswa dalam memilah sampah sehingga diharapkan akan terpatri budaya memilah sampah kemanapun siswa berada.

## **2. Pengumpulan Data**

Setelah potensi dan masalah ditemukan, maka peneliti mengumpulkan informasi dan data melalui observasi lingkungan MTsN 1 Banda Aceh dan wawancara sebagai bahan untuk perencanaan produk yang diharapkan dapat mengatasi masalah yang ada. Informasi diperoleh melalui wawancara terbuka dengan beberapa siswa secara acak. Dari hasil wawancara tersebut dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan memilah sampah di MTsN 1 Banda Aceh belum optimal, siswa sering salah dalam menempatkan sampah, hal ini terjadi

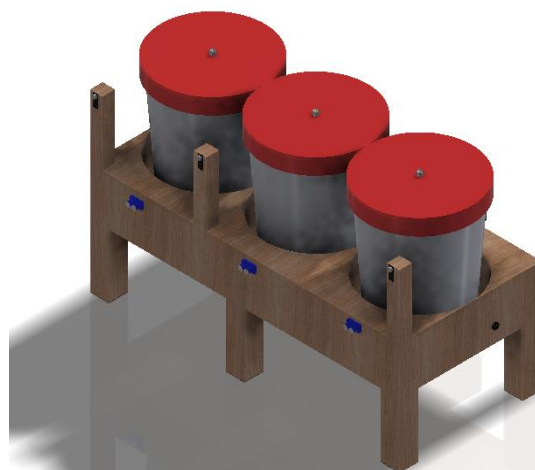
karena kebiasaan siswa dalam membuang sampah pada satu tempat saja, dan siswa jarang membuang sampah yang dari kelas ke WCP, karena lupa dan tidak tahu bahwa sampah botol di kelas sudah penuh, akibatnya sampah berceceran di kelas. Siswa butuh suatu alat untuk mengingatkan peneliti, karena peneliti belum terbiasa memilah sampah.

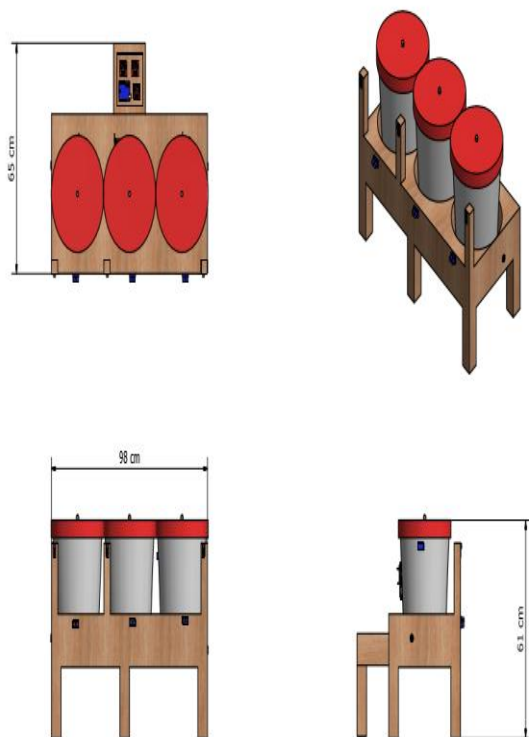
Berbagai informasi dan studi literatur dapat digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk robot pemilah sampah yang diharapkan dan dapat mengatasi masalah dalam memudahkan siswa dalam memilah sampah. Berdasarkan data tersebut, peneliti akan mendesain produk robot pemilah sampah yang dapat digunakan oleh siswa agar terpatri budaya memilah sampah sehingga lingkungan madrasah peneliti bersih dan bebas sampah.

## **3. Desain Produk**

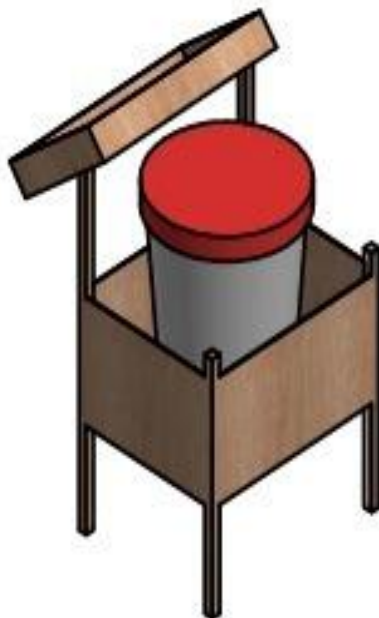
Berdasarkan analisis kebutuhan, langkah selanjutnya adalah peneliti membuat desain produk yang akan dikembangkan. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa robot pemilah sampah. Desain produk dikembangkan berdasarkan analisis kebutuhan dari pengumpulan data di atas.

Desain robot pemilah sampah pada sampah botol, plastik, kertas serta residu yang akan dikembangkan digambarkan dalam tahap berikut:





(a)



(b)

Gambar 1. (a) Desain Awal pada Mekanik Robot Pemilah Sampah Plastik, Botol dan Kertas (b) Desain Awal pada Mekanik Robot Pemilah Sampah Residu

#### 4. Validasi Desain

Langkah selanjutnya adalah melakukan validasi desain. Validasi desain merupakan proses penilaian rancangan produk yang akan dikembangkan secara rasional, guna melihat apakah lebih efektif dari yang lama atau tidak (Sugiyono, 2014). Validasi desain membutuhkan kehadiran beberapa pakar atau para ahli yang sudah berpengalaman dibidangnya untuk menilai kelemahan dan kekuatan desain produk ini.

Penilaian serta saran para ahli diperlukan untuk dijadikan dasar pertimbangan untuk perbaikan produk yang dikembangkan. Validasi desain terdiri dari ahli rancang bangun mesin, dan ahli pembelajaran lingkungan. Ahli rancang bangun mesin adalah dosen yang sudah berpengalaman mengajar dibidang rancang bangun mesin. Sedangkan ahli materi adalah guru IPA MTsN 1 Banda Aceh yang berpengalaman dalam materi lingkungan. Penilaian dan saran yang diberikan baik kelebihan maupun kelemahan dari produk yang dikembangkan kelemahan yang sudah diidentifikasi tersebut kemudian direvisi dan dapat dijadikan dasar perbaikan agar menghasilkan produk yang diharapkan.

Hasil validasi desain dilakukan dengan cara diskusi *Focus Group Discussion* (FGD) dan validator mengisi angket uji kelayakan. Angket penilaian validasi desain kelayakan robot pemilah sampah disusun menggunakan skala *likert*. Aspek yang dinilai terdiri dari 10 indikator penilaian. Terdiri dari 5 aspek, diantaranya: Bahan yang digunakan, cara menggunakan robot, bentuk dan bahasa, manfaat dan nilai-nilai, dan pemeliharaan robot.

Hasil skor angket validasi desain oleh validator dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3. Hasil Validasi Desain Penilaian Kelayakan Robot Pemilah Sampah oleh Ahli**

| Aspek yang Dinilai   | Indikator                                                                                            | Skor Validator |   |   | Nilai |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|---|-------|
|                      |                                                                                                      | 1              | 2 | 3 |       |
| Bahan yang digunakan | Tidak mengandung faktor resiko ( <i>zero-risk</i> ) bagi siswa yang menggunakan robot pemilah sampah | 1              | 2 | 1 |       |
|                      | Robot pemilah                                                                                        | 2              | 1 | 2 |       |

| Aspek yang Dinilai      | Indikator                                                                                                                | Skor Validator |           | Nilai     |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-----------|
|                         |                                                                                                                          | 1              | 2         |           |
| Cara menggunakan robot  | sampah terbuat dari bahan yang relatif dapat dipakai lama atau secara berulang-ulang <i>life-time</i> (lama-pakai robot) | 1              | 2         | 2         |
|                         | Ketersediaan bahan baku robot di sekitar sekolah                                                                         | 2              | 1         | 2         |
|                         | <i>Useable</i> (mudah digunakan dan sederhana)                                                                           | 1              | 1         | 1         |
|                         | Kemudahan robot pemilah sampah untuk dipindah-pindah                                                                     | 2              | 1         | 2         |
| Bentuk dan bahasa       | Bernilai estetika tinggi                                                                                                 | 2              | 2         | 2         |
|                         | Susunan tata bahasa pada himbauan memilah sampah                                                                         | 1              | 2         | 1         |
| Manfaat dan nilai-nilai | Bernilai pendidikan bagi peserta didik                                                                                   | 2              | 3         | 2         |
| Pemeliharaan robot      | <i>Maintable</i> (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah)                                                                | 2              | 1         | 2         |
| <b>Total Skor</b>       |                                                                                                                          | <b>16</b>      | <b>16</b> | <b>17</b> |
| <b>Kriteria</b>         |                                                                                                                          | <b>KL</b>      | <b>KL</b> | <b>KL</b> |

Sumber: Hasil Analisis Data Primer (2020)

Keterangan:

KL = Kurang Layak

Kriteria Kelayakan:

Sangat Layak =  $X \geq 24$

Layak =  $24 < X \geq 18$

Kurang Layak =  $18 < X \geq 12$

Tidak Layak =  $X < 12$

Konversi hasil penilaian kelayakan robot pemilah sampah oleh validator dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Konversi Hasil Penilaian Kelayakan Robot Pemilah Sampah

| Kategori Penilaian | Interval Nilai   | Frekuensi |
|--------------------|------------------|-----------|
| Sangat Layak       | $X \geq 24$      | 0         |
| Layak              | $24 < X \geq 18$ | 0         |
| Kurang Layak       | $18 < X \geq 12$ | 3         |
| Tidak Layak        | $X < 12$         | 0         |
| Jumlah             |                  | 3         |

Sumber: Hasil Analisis Data Primer (2020)

Keterangan:

Skor tertinggi = Jumlah butir pertanyaan x skor tertinggi

X = Jumlah skor yang di peroleh

Jika dipersentasekan dengan frekuensi relatif maka diperoleh nilai 100 % dengan kategori kurang layak. Adapun saran validator dalam pengembangan robot pemilah sampah dapat dilihat pada Tabel 5. di bawah ini.

Tabel 5. Saran Validator

| Validator 1                                                                         | Validator 2                                                                                           | Validator 3                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wadah robot di cat agar lebih menarik                                               | Jarak sensor jarak ultra sonik jangan terlalu dekat                                                   | Sensor suara harus besar frekuensinya                                                                |
| Himbauan harus singkat dan jelas                                                    | Tutup tempat sampah ketika terbuka secara otomatis sekitar 120 derajat                                | Benang penghubung antara motor servo dan tutup tempat sampah harus kencang dan kuat agar tidak putus |
| Gunakan roda agar mudah dipindahkan                                                 | Gunakan kabel yang kecil agar tidak berantakan                                                        | Sebaiknya motor servo di lem agar tidak lepas                                                        |
| Speaker suara diletakkan di dekat tempat sampah agar suara himbauan jelas terdengar | Sensor ultra sonik diletakkan di bagian atas (bodi) tempat sampah untuk mendeteksi sampah sudah penuh | Buzer diletakkan pada laci wadah robot agar suara yang dihasilkan tidak mengganggu pendengaran       |
| Gunakan stiker pada setiap jenis tempat sampah                                      | Sensor suara agar bekerja dengan cepat harus kena sensor remuknya                                     | Lampu LED di atas tutup tempat sampah di lem agar kuat dan tidak lepas                               |
| Agar efisiensi                                                                      | Gunakan aki                                                                                           | Semua                                                                                                |

| Validator 1                                                                                                                             | Validator 2                                                                             | Validator 3                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| penggunaan listrik, sebaiknya menggunakan panel surya                                                                                   | 12 volt untuk menyimpan arus dari panel surya                                           | komponen pada panel surya di letakkan dalam laci agar lebih rapi                   |
| Sebaiknya robot mudah digunakan dan sederhana, mudah dipahami cara kerja robot, sehingga robot menjalankan fungsi dengan jelas dan baik | Setiap sambungan kabel harus di isolasi agar robot aman saat digunakan                  | Agar tidak bingung pada saat pemasangan pin, maka sebaiknya diberi tanda nomor pin |
| Letak sensor suara tepat pada tiang wadah dan di lem agar kuat                                                                          | Letak sensor ultra sonic tepat pada bodi di sisi depan tempat sampah, dan lem agar kuat | Gunakan papan PCB untuk membuat alur rangkaian listrik                             |

## 5. Revisi Produk I

Revisi produk dilakukan dengan membuat produk berdasarkan saran dari validator.

Revisi produk dilakukan sesuai penilaian dan saran dari ahli (validator). Apabila ditemukan kelemahan dalam produk tersebut, maka peneliti mencoba mengurangi kelemahan tersebut dengan cara melakukan perbaikan produk robot pemilah sampah agar dapat menghasilkan produk yang efektif, sebaliknya apabila aspek yang mendapat predikat layak, maka tidak membutuhkan revisi atau dikatakan valid dan produk tersebut dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu uji coba produk.

## 6. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan setelah melakukan revisi atau perbaikan desain berdasarkan saran dari validator. Dalam bidang pendidikan, desain produk ialah pengembangan produk dapat langsung diuji coba, setelah divalidasi dan direvisi oleh validator (Sugiyono, 2014). Uji coba produk bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan kelayakan produk yang dikembangkan. Uji coba dilakukan dengan 3 (tiga) orang validator, selama uji coba produk, peneliti membuat catatan kelebihan dan kekurangan selama proses kerja produk berlangsung. Uji coba dilakukan untuk

mengetahui kelayakan ketika produk digunakan. Pada saat akhir uji coba, diberikan angket kelayakan produk untuk mengetahui respon validator terhadap penggunaan robot pemilah sampah.

Uji coba produk dilakukan dengan cara diskusi *Focus Group Discusion* (FGD) dan validator mengisi angket uji kelayakan. Adapun hasil penilaian skor uji coba produk kelayakan robot pemilah sampah pada uji coba disajikan pada Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 6. Hasil Penilaian Skor Uji Coba**

| Aspek yang Dinilai     | Indikator                                                                                            | Skor Nilai Validator |   |   |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|---|
|                        |                                                                                                      | 1                    | 2 | 3 |
| Bahan yang digunakan   | Tidak mengandung faktor resiko ( <i>zero-risk</i> ) bagi siswa yang menggunakan robot pemilah sampah | 3                    | 3 | 3 |
|                        | Robot pemilah sampah terbuat dari bahan yang relatif dapat dipakai lama atau secara berulang-ulang   | 3                    | 2 | 3 |
|                        | <i>Lifetime</i> (lama-pakai robot)                                                                   | 3                    | 3 | 3 |
|                        | Ketersediaan bahan baku robot di sekitar sekolah                                                     | 3                    | 3 | 3 |
|                        | <i>Useable</i> (mudah digunakan dan sederhana)                                                       | 2                    | 3 | 3 |
| Cara menggunakan robot | Kemudahan robot pemilah sampah untuk dipindah-pindah                                                 | 3                    | 2 | 3 |
|                        | Bernilai estetika tinggi                                                                             | 3                    | 2 | 2 |
|                        | Susunan tata bahasa pada himbauan memilah sampah                                                     | 3                    | 3 | 3 |
| Manfaat                | Bernilai                                                                                             | 3                    | 3 | 3 |

|                            |                                                                 |    |    |    |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|----|----|----|
| dan nilai-<br>nilai        | pendidikan<br>bagi peserta<br>didik                             |    |    |    |
| Pemeliha-<br>raan<br>robot | Maintable<br>(dapat<br>dipelihara/dik<br>elola dengan<br>mudah) | 3  | 3  | 3  |
| <b>Total Skor</b>          |                                                                 | 29 | 27 | 29 |
| <b>Kriteria</b>            |                                                                 | SL | SL | SL |

Hasil Analisis Data Primer (2020)

Keterangan:

SL = Sangat Layak

Kriteria Kelayakan:

Sangat Layak =  $X \geq 24$

Layak =  $24 < X \leq 18$

Kurang Layak =  $18 < X \leq 12$

Tidak Layak =  $X < 12$

Konversi hasil penilaian kelayakan robot pemilah sampah oleh validator dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

**Tabel 7. Konversi Hasil Penilaian Kelayakan Robot Pemilah Sampah**

| Kategori Penilaian | Interval Nilai   | Frekuensi |
|--------------------|------------------|-----------|
| Sangat Layak       | $X \geq 24$      | 3         |
| Layak              | $24 < X \leq 18$ | 0         |
| Kurang Layak       | $18 < X \leq 12$ | 0         |
| Tidak Layak        | $X < 12$         | 0         |
| Jumlah             |                  | 3         |

Sumber: Hasil Analisis Data Primer (2020)

Keterangan :

Skor tertinggi = Jumlah butir pertanyaan x skor tertinggi

X = Jumlah skor yang di peroleh

Jika dipersentasekan dengan frekuensi relatif maka diperoleh nilai 100 % dengan kategori sangat layak. Adapun saran validator dalam pengembangan robot pemilah sampah dapat dilihat pada Tabel 8. dibawah ini.

**Tabel 8. Saran Validator**

| Validator 1                                                                                | Validator 2                                                      | Validator 3                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tampilan robot masih kurang rapi, sebaiknya gunakan kertas stiker pada setiap jenis sampah | Jarak sensor jangan terlalu dekat, sebaiknya gunakan jarak 50 cm | Frekuensi sensor suara masih terlalu rendah, sebaiknya harus ditingkatkan lagi frekuensi |

| Validator 1                                                                    | Validator 2                                                                                                                           | Validator 3                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kabel dirapikan agar lebih menarik                                             | Pengikat servo dan penyangga harus menggunakan benang yang dililit berulang kali agar lebih kuat                                      | sensor suara Perhatikan pengikat motor servo dengan penyangga agar ketika tutup tempat sampah terbuka dengan leluasa Suara himbauan kurang jelas, usahakan jangan ada suara angin yang menyertai |
| Gunakan plastik pada setiap jenis sampah agar bila sampah penuh mudah diangkut | Robot sampah residu harus diletakkan dalam kelas pada tempat yang terkena cahaya matahari agar dapat menyimpan energi cahaya matahari |                                                                                                                                                                                                  |

## 7. Revisi Produk II

Revisi produk II dilakukan apabila setelah melakukan uji coba, bila terdapat kekurangan yang harus diperbaiki. Revisi dilakukan untuk menyempurnakan produk yang dikembangkan.

Revisi produk dilakukan sesuai penilaian dan saran dari ahli (validator). Apabila ditemukan kelemahan dalam produk tersebut, maka peneliti mencoba mengurangi kelemahan tersebut dengan cara melakukan perbaikan produk robot pemilah sampah agar dapat menghasilkan produk yang efektif.

## 8. Uji coba Pemakaian

Uji coba pemakaian dilakukan setelah melakukan revisi produk. Uji coba pemakaian bertujuan untuk mengetahui efektivitas produk yang dikembangkan dan digunakan. Pada awal mula melakukan uji coba pemakaian, peneliti memberikan pretest angket sikap peduli lingkungan kepada seluruh siswa. Adapun data pretest skor angket sikap peduli lingkungan pada siswa kelas VIII-5 MTsN 1 Banda Aceh disajikan pada Tabel 9 di bawah ini.

**Tabel 9. Data Pretest Skor Angket Sikap Peduli Lingkungan**

| Indikator                        | Persentase | Kategori      |
|----------------------------------|------------|---------------|
| Suka memilah sampah              | 84,83      | Sangat Peduli |
| Bangga memilah sampah            | 89,66      | Sangat Peduli |
| Kebiasaan memilah sampah         | 80         | Sangat Peduli |
| Tindakan memilah sampah          | 50,34      | Peduli        |
| Peduli kebersihan                | 83,45      | Sangat Peduli |
| Mengajak memilah sampah          | 84,83      | Sangat Peduli |
| Kerja keras mendaur ulang sampah | 72,41      | Peduli        |
| Suka mendaur ulang sampah        | 67,59      | Peduli        |
| Tanggung jawab mengelola sampah  | 77,93      | Sangat Peduli |
| Mengelola sampah dengan tepat    | 88,3       | Sangat Peduli |

Setelah memberikan pretest angket sikap peduli lingkungan kepada seluruh siswa kelas VIII-5. Selanjutnya peneliti melakukan sosialisasi cara menggunakan robot pemilah sampah terlebih dahulu, tujuan sosialisasi adalah agar siswa bisa menggunakan robot secara maksimal di dalam kelas, kemudian setelah peneliti melakukan sosialisasi banyak siswa yang antusias mengajukan pertanyaan dan mencoba langsung menggunakan robot pemilah sampah tersebut.

Adapun pada saat uji coba pemakaian, peneliti mengalami kendala dilapangan, adapun kendala yang terjadi pada uji coba pemakaian adalah ternyata jarak 50 cm dapat mengganggu aktivitas kegiatan siswa di kelas, karena bila siswa lewat maka robot akan bekerja, padahal siswa tersebut tidak ingin buang sampah. Berdasarkan kendala tersebut maka peneliti melakukan tahap selanjutnya yaitu revisi produk.

### 9. Revisi Produk III

Revisi dilakukan apabila setelah melakukan uji coba pemakaian, bila terdapat kekurangan yang harus diperbaiki. Revisi produk dilakukan untuk menyempurnakan produk robot pemilah sampah yang dikembangkan. Adapun peneliti telah melakukan revisi dengan menggunakan Jarak 30 cm, setelah di uji coba lagi ternyata masih belum efektif, selanjutnya peneliti mengatur jarak 15 cm. Dan alhamdulillah jarak 15 cm ini sangat efektif dalam menggunakan robot pemilah sampah. Demikian hasil revisi produk

III dan seluruh siswa kelas VIII-5 sangat antusias dalam menggunakan robot pemilah sampah ini.

Setelah peneliti melakukan revisi produk III alhamdulillah robot pemilah sampah sudah sangat layak digunakan di kelas VIII-5 selama 10 (sepuluh) hari, setelah hari ke 10 (sepuluh) peneliti memberikan posttest angket sikap peduli lingkungan kepada seluruh siswa dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh produk robot pemilah sampah terhadap sikap peduli lingkungan. Adapun data posttest skor angket sikap peduli lingkungan pada siswa kelas VIII-5 MTsN 1 Banda Aceh disajikan pada Tabel 10 di bawah ini.

**Tabel 10. Data Posttest Skor Angket Sikap Peduli Lingkungan**

| Indikator                        | Persentase | Kategori      |
|----------------------------------|------------|---------------|
| Suka memilah sampah              | 95,17      | Sangat Peduli |
| Bangga memilah sampah            | 93,79      | Sangat Peduli |
| Kebiasaan memilah sampah         | 88,97      | Sangat Peduli |
| Tindakan memilah sampah          | 93,79      | Sangat Peduli |
| Peduli kebersihan                | 87,59      | Sangat Peduli |
| Mengajak memilah sampah          | 86,9       | Sangat Peduli |
| Kerja keras mendaur ulang sampah | 83,45      | Sangat Peduli |
| Suka mendaur ulang sampah        | 82,07      | Sangat Peduli |
| Tanggung jawab mengelola sampah  | 88,97      | Sangat Peduli |
| Mengelola sampah dengan tepat    | 93,1       | Sangat Peduli |

### Pembahasan Produk

#### Pengembangan Robot Pemilah Sampah

Produk akhir yang dihasilkan dari penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) ini adalah robot pemilah sampah. Proses pengembangan ini menggunakan prosedur pengembangan yang dikemukakan

oleh Sugiyono (2013) prosedur pengembangan terbagi dalam 10 langkah, yaitu (1) potensi dan masalah (2) pengumpulan data (3) desain produk (4) validasi desain (5) revisi desain (6) uji coba produk (7) revisi produk (8) uji coba pemakaian (9) revisi produk (10) produksi masal. Pada tahapan dalam penelitian dan pengembangan ini, peneliti hanya menggunakan 9 tahap yaitu dari tahap 1 s/d 9. Sedangkan pada tahap 10 yaitu produksi masal belum peneliti implementasikan karena terkendala waktu dan biaya.

Berdasarkan uraian penelitian dan pengembangan robot pemilah sampah dapat disimpulkan bahwa pengembangan produk robot pemilah sampah dapat bekerja secara optimal dengan jarak 15 cm. Hasil penelitian ini senada dengan hasil penelitian Purnama (2020) tempat sampah pintar dengan sensor *HC-SRF04* berbasis *arduino* telah mampu bekerja menjalankan fungsinya dengan baik dan benar, tempat sampah pintar dengan sensor *HC-SRF04* berbasis *arduino* ini dapat mendeteksi pergerakan dengan jarak 10 cm setelah itu secara otomatis *servo* akan membuka dan menutup tutup tempat sampah dengan sendiri atau otomatis.

Dapat disimpulkan bahwa proses penelitian dan pengembangan robot pemilah sampah memperoleh hasil validasi desain kelayakan robot pemilah sampah oleh 2 dosen ahli rancang bangun mesin dan 1 guru IPA MTsN 1 Banda Aceh ahli materi lingkungan diperoleh skor 17 dengan nilai 100 % kategori kurang layak. Selanjutnya pada uji coba diperoleh skor 29 dengan nilai 100 % dengan kategori sangat layak. Kesimpulan penelitian ini adalah robot pemilah sampah sangat layak untuk digunakan.

### Sikap Peduli Lingkungan

Pada tahap akhir setelah robot pemilah sampah digunakan di kelas VIII-5, peneliti memberikan angket posttest sikap peduli lingkungan kepada siswa. Sikap peduli lingkungan siswa kelas VIII-5 mengalami peningkatan pada saat sebelum menggunakan robot pemilah sampah (pretest) dengan sesudah menggunakan robot pemilah sampah (posttest), jadi dengan robot pemilah sampah tersebut dapat bekerja secara optimal sehingga meningkatkan sikap peduli lingkungan, karena dapat menjalankan fungsi kerja untuk mengingatkan siswa dengan menghimbau siswa dalam memilah sampah sebelum siswa

membuang sampah, selanjutnya bila sampah pada robot pemilah sampah penuh, maka siswa sudah diingatkan oleh robot dengan suara alarm dan lampu LED menyala, selanjutnya tutup sampah yang terbuka secara otomatis dapat menjaga kesehatan tangan agar tidak kontak langsung dengan bakteri ataupun virus yang dapat menyebabkan penyakit selama masa pandemi covid-19 ini. Peneliti juga menggunakan panel surya untuk menghemat energi serta sensor suara pada tempat sampah botol berguna agar mendeteksi suara ketika sampah diremukkan, (adapun tujuan meremukkan sampah adalah agar terhindar dari penggunaan berulang botol minuman bekas untuk tempat minum kembali, selain itu dengan meremukkan sampah dapat memaksimalkan jumlah volume sampah di tempat sampah) dan ketika sampah sudah penuh maka alarm yang ada pada tempat sampah ini akan berbunyi dengan sendirinya.

Penggunaan robot pemilah sampah di MTsN 1 Banda Aceh berguna agar pada setiap siswa mampu terpatri budaya memilah sampah, dan diharapkan kebiasaan ini akan terbawa kemanapun ia pergi sehingga dengan adanya kebiasaan memilah sampah ini dapat menyelamatkan bumi dan berpengaruh terhadap sikap peduli lingkungan.

Menurut Gunawan (2019) sikap peduli lingkungan adalah sikap dan tindakan yang selalu berupaya mencegah kerusakan lingkungan alam disekitarnya dari mengembangkan upaya-upaya untuk memperbaiki kerusakan alam yang sudah terjadi. Berdasarkan hal tersebut diperlukan budaya sikap peduli lingkungan yang dapat dibiasakan dari hal yang terkecil pada setiap masyarakat. Misalnya, membuang sampah pada tempatnya, memisahkan sampah dengan memilah sampah sesuai jenisnya, menanam pohon, menggunakan sumber daya alam (SDA) secukupnya dan menjaga kebersihan lingkungan (Hamzah, 2013).

### Simpulan dan Saran

#### Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa hasil validasi desain kelayakan robot pemilah sampah oleh 2 dosen ahli rancang bangun mesin dan 1 guru IPA MTsN 1 Banda Aceh ahli materi lingkungan diperoleh skor 17 dengan nilai 100 % kategori kurang layak. Selanjutnya pada uji coba

diperoleh skor 29 dengan nilai 100 % dengan kategori sangat layak. Kesimpulan penelitian ini adalah robot pemilah sampah sangat layak untuk digunakan. Selanjutnya, pengembangan robot pemilah sampah dapat meningkatkan sikap peduli lingkungan di MTsN 1 Banda Aceh

#### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan arduino agar jika robot sedang menghimbau maka tutup tempat sampah langsung terbuka secara otomatis. Selanjutnya, waktu ketika tutup sampah menutup sebaiknya mampu mendeteksi orang yang sudah meninggalkan tempat sampah. Robot yang dibuat diharapkan dapat dikembangkan lagi oleh peneliti lainnya

#### Daftar Pustaka

- Kahfi, A. (2017). Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah. *Jurisprudentie: Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Syariah dan Hukum*, 4(1), 12-25
- Almanda, D., Isyanto, H., & Samsinar, R. (2018). Perancangan Prototype Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Solar Panel 100 Wp Sebagai Sumber Energi Listrik Terbaru. *Prosiding Semnastek*.
- Arikunto, S. (2019). *Prosedur penelitian*. Jakarta: Rnika Cipta.
- Mardapi, D. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Nontes*. Yogyakarta: Nuhu Medika.
- Mu'in, F. (2011). *Pendidikan Karakter: Konstruksi Teoretik & Praktik*. Jogjakarta: Ar- Ruzz Media
- Gunawan, H., & Guslinda, G. (2019). Analisis sikap peduli lingkungan siswa sd negeri 184 Pekanbaru. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(2), 139-147.
- Hanafi, H. (2018). KONSEP PENELITIAN R&D DALAM BIDANG PENDIDIKAN. *SAINTIFIKA ISLAMICA: Jurnal Kajian Keislaman*, 4(2), 129-150. Retrieved from <http://jurnal.uinbanten.ac.id/index.php/saintifikaislamica/article/view/1204>
- Hamzah, S. (2013). *Pendidikan Lingkungan: Sekelumit Wawasan Pengantar*. Bandung: Refika Aditama
- Al Rasyid, M., Firdaus, Derisma. (2016). Rancang Bangun Robot Pengereng Lantai Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy. *Jurnal Sistem Komputer*. Vol. 6. No.2. Hal. 1-8.
- Qanun Kota Banda Aceh Nomor 1 Tahun (2017) pasal 12 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Sudijono, A. (2018). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Raja Wali Pers.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian & Pengembangan Research and Development*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sukarjadi, S., Arifiyanto, A., Setiawan, D. T., & Hatta, M. (2017). Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin di Universitas Maarif Hasyim Latif. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 101-110.