

## PERANCANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR UNTUK LIMBAH MASKER SEKALI PAKAI BERBASIS RAMPS 1.4

Isa Rachman<sup>\*)</sup>, Mohammad Basuki Rahmat, Afif Zuhri Arfianto dan Muhammad Khoirul Hasin

Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: isarachman@ppns.ac.id

### Abstrak

Meningkatnya limbah masker sekali pakai dari masyarakat pada masa pandemi COVID-19 menjadi perhatian khusus pemerintah dikarenakan dampak yang ditimbulkannya berpotensi tinggi terhadap penularan COVID-19, pencemaran lingkungan dan penyalahgunaan masker bekas. Tempat sampah pintar berbasis RAMPS 1.4 pada penelitian ini dirancang untuk mampu mengelola limbah masker sekali pakai sehingga aman ditangani lebih lanjut. Tahap atau proses pengelolaan limbah masker sekali pakai dilakukan sesuai aturan dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yaitu, identifikasi, sterilisasi, perubahan bentuk dan pengemasan. Seluruh tahapan dilakukan secara otonom dan non-kontak untuk menghindari kontaminasi COVID-19. Objek penelitian ini berupa limbah masker sekali pakai berbahan dasar kain non-woven yang umum digunakan. Dari hasil pengujian terhadap 10 sampel limbah masker sekali pakai, terdapat 1 sampel yang tidak mampu melewati seluruh tahap sehingga keberhasilan kinerja tempat sampah pintar adalah 90 %. Waktu yang dibutuhkan untuk sekali proses pada seluruh tahap adalah 45 detik.

*Kata kunci: COVID-19, limbah, masker, sekali pakai, RAMPS 1.4*

### Abstract

*The increasing waste of disposable masks from the public during the COVID-19 pandemic has become a special concern for the government due to the high potential impact on the transmission of COVID-19, environmental pollution and the misuse of used masks. The RAMPS 1.4 based smart trash bin in this study was designed to be able to manage single-use mask waste so that it is safe to be handled further. The stage or process of managing the waste of disposable masks are carried out according to the regulations from the Ministry of Health of the Republic of Indonesia, namely, identification, sterilization, changing shape and packaging. All stages are carried out autonomously and non-contact to avoid COVID-19 contamination. The object of this research is the waste of disposable masks made from non-woven fabrics that are commonly used. From the test results on 10 samples of disposable mask waste, there was 1 sample that was not able to pass all stages so that the success of the performance of the smart trash bin was 90 %. The time required for one process in all stages is 45 seconds.*

*Keywords: COVID-19, waste, mask, disposable, RAMPS 1.4*

## 1. Pendahuluan

Sejak awal Maret 2020 COVID-19 telah menyebar ke 216 negara dengan jumlah kasus 130 juta. COVID-19 mampu menyebar dengan cepat karena virus ini dapat bertahan cukup lama di permukaan benda sehingga menyebabkan peningkatan kasus masyarakat yang terinfeksi COVID-19. Pada masa pandemi COVID-19 mengharuskan masyarakat menerapkan adaptasi kebiasaan baru untuk penanganan wabah COVID-19, salah satunya penggunaan masker sebagai Alat Pelindung Diri (APD) [1]. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia telah merekomendasikan penggunaan masker kain (*reusable*) yang dapat dicuci kembali, tetapi masih banyak masyarakat yang memilih menggunakan masker sekali pakai (*disposable*) yang lebih simpel karena langsung dibuang dalam sekali pakai.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencatat per tanggal 15 Oktober 2020 terdapat 1.662,75 ton limbah medis yang berasal dari penggunaan masker sekali pakai selama pandemi COVID-19. Meningkatnya penggunaan masker sekali pakai dari masyarakat menjadi perhatian khusus pemerintah dikarenakan dampak yang ditimbulkan dari limbah masker sekali pakai berpotensi tinggi terhadap penularan COVID-19, pencemaran lingkungan dan penyalahgunaan masker bekas yang dijual kembali akibat dari permintaan masker di pasaran yang meningkat [2]. Oleh karena itu, limbah masker sekali pakai harus dikelola atau ditangani dengan baik dan benar. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia telah mengeluarkan pedoman pengelolaan limbah masker dari masyarakat melalui laman <https://covid19.kemkes.go.id/> dengan

tahap-tahap yaitu, mengumpulkan masker bekas pakai; melakukan disinfeksi dengan merendam masker pada larutan antiseptik, cairan pemutih pakaian atau klorin; mengubah bentuk dengan menyobek masker dan tali; dan membuang ke tempat sampah setelah mengumpulkan dalam wadah atau plastik [3]. Walaupun begitu, masih banyak masyarakat yang membuang masker sekali pakai sembarangan sehingga masalah limbah masker sekali pakai menjadi bom waktu bagi pemerintah [4].

Dari latar belakang permasalahan di atas, maka pada penelitian ini dibahas mengenai rancang bangun tempat sampah pintar pengelola limbah masker sekali pakai. Dalam tinjauan penulis, belum ada peralatan sejenis yang secara spesifik dibuat. Sesuai pedoman Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tentang Pengelolaan Limbah Masker dari Masyarakat, maka tempat sampah pintar memiliki 4 tahap atau proses yaitu, pengidentifikasi pengguna (sensor IR proximity), pensteril (lampu UV-C dan pemanas/heater), pengubah bentuk (pemotong/rotary cutter) dan pengemas (penyegel/sealer). Sinar ultraviolet-C dengan panjang gelombang terpendek dan energi tertinggi digunakan pada proses sterilisasi karena mampu berfungsi sebagai disinfektan. Sinar UV-C dengan panjang gelombang 254 nm efektif membunuh atau menonaktifkan virus influenza H1N1 dan virus corona seperti virus pernapasan akut parah (SARS-CoV) dan sindrom pernafasan Timur Tengah (MERS-CoV) karena mampu merusak DNA dan RNA virus sehingga tidak dapat mereplikasi [5-7]. Seluruh tahap tersebut dilakukan secara otonom dan non-kontak untuk menghindari kontaminasi COVID-19. Dengan adanya tempat sampah pintar ini diharapkan mampu membantu memberikan solusi bagi pemerintah untuk mengatasi peningkatan limbah masker sekali pakai pada masa pandemi COVID-19.

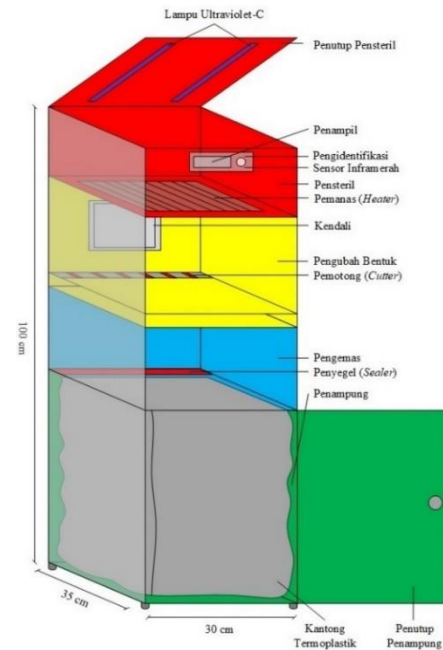
## 2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut,

1. Identifikasi masalah dilakukan dengan cara menggali informasi mengenai peningkatan limbah masker pada masa pandemi COVID-19 dari berbagai sumber dan didapatkan bahwa sebagian besar limbah masker berupa masker sekali pakai berasal dari masyarakat
2. Pengumpulan informasi mengenai usaha atau solusi yang dilakukan oleh pemerintah atau kementerian terkait dalam mengatasi peningkatan limbah masker sekali pakai selama masa pandemi COVID-19 dan didapatkan bahwa penanganan limbah masker sekali pakai dilakukan secara manual oleh petugas kebersihan yang berpotensi tinggi terkena kontaminasi COVID-19
3. Perancangan diawali dengan pembuatan purwarupa tempat sampah pintar yang terdiri dari 4 bagian yaitu, pengidentifikasi pengguna, pensteril, pengubah bentuk dan pengemas. Selanjutnya, perancangan perangkat keras (sensor, aktuator, pengendali dan penampil) dan perancangan perangkat lunak (Arduino IDE)

4. Pengujian tempat sampah pintar terhadap 10 sampel limbah masker sekali pakai dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keandalan sistem yang dibuat.

Purwarupa tempat sampah pintar yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 1.

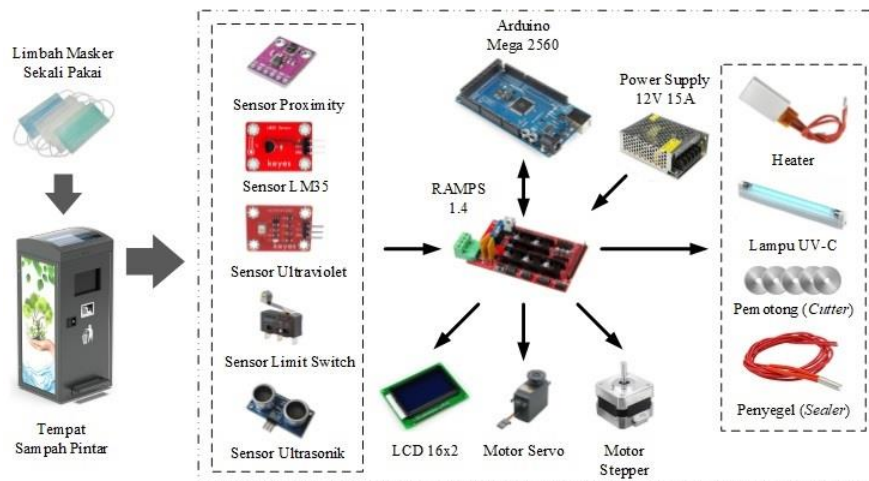


Gambar 1. Purwarupa tempat sampah pintar

Tempat sampah pintar berukuran 35x30x100 cm dan terdiri dari 4 bagian yaitu.

- a. Bagian awal yaitu, pengidentifikasi pengguna tempat sampah pintar yang terletak dibagian luar berupa sensor proximity yang bekerja dengan media sinar inframerah. Penutup pensteril akan terbuka jika sensor mendeteksi adanya pengguna tempat sampah pintar
- b. Bagian kedua yaitu, pensteril limbah masker berupa lampu UV-C dan pemanas, pengukur sinar ultraviolet berupa sensor ultraviolet, pengukur suhu berupa sensor LM35, pengaman pensteril berupa sensor limit switch, penggerak penutup pensteril berupa motor servo dan penggerak sekat pensteril berupa motor stepper
- c. Bagian ketiga yaitu, pengubah bentuk limbah masker berupa pemotong dengan penggerak motor stepper, penjumlah pemotongan berupa sensor limit switch dan penggerak sekat pengubah bentuk berupa motor stepper
- d. Bagian keempat yaitu, pengemas limbah masker berupa penyegel dengan penggerak motor stepper
- e. Bagian akhir yaitu, penampung limbah masker berupa wadah termoplastik berkapasitas 4.5 liter dan pengukur kapasitas penampung berupa sensor ultrasonik.

Penampil berupa LCD berukuran 16x2 sebagai pemantau status dan parameter suhu, sinar ultraviolet serta kapasitas penampung. Sistem yang dirancang pada tempat sampah pintar ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan tempat sampah pintar

Masker sekali pakai (*disposable*) adalah pelindung atau penutup hidung dan mulut yang hanya dapat digunakan sekali saja (*single use*). Umumnya, masker sekali pakai terbuat dari bahan non-woven yang memiliki 3 tingkat lapisan serta dilengkapi penyangga hidung dan tali pengait telinga. Non-woven adalah serat benang terbuat dari polyester atau polypropylene (PP) dengan titik leleh 163-169 °C yang direkayasa menjadi kain tanpa melalui proses tenun. Non-woven memiliki fungsi spesifik seperti daya serap, peregangan, kelembutan, kekuatan, insulasi termal dan akustik, ketahanan cairan, bantalan, retardansi api, penyaringan (bakteri) dan kemandulan (Gambar 3) [2] [8].

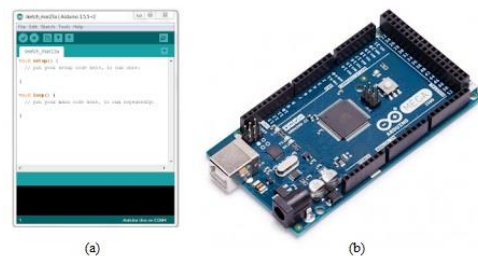


Gambar 3. Masker sekali pakai

Arduino adalah perangkat pengembangan *prototype* dan *platform* yaitu, kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam lingkungan pengembangan yang terintegrasi (IDE, *Integrated Development Environment*) dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pada penelitian ini digunakan jenis Arduino Mega 2560 R3 dengan Arduino IDE 1.8.9 (Tabel 1) (Gambar 4) [9] [10].

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	ATMega 2560
Tegangan kerja	5 VDC
Tegangan masukan	7-12 VDC (rekomendasi)
Pin masukan analog	A0-A15 (16 pin)
Pin I/O digital	D0-D53 (54 pin)
Memori flash	256 KB (8 KB bootloader)
SRAM/EEPROM	8 KB/4 KB
Clock speed	16 MHz



Gambar 4. (a) Arduino IDE. (b) Arduino Mega 2560

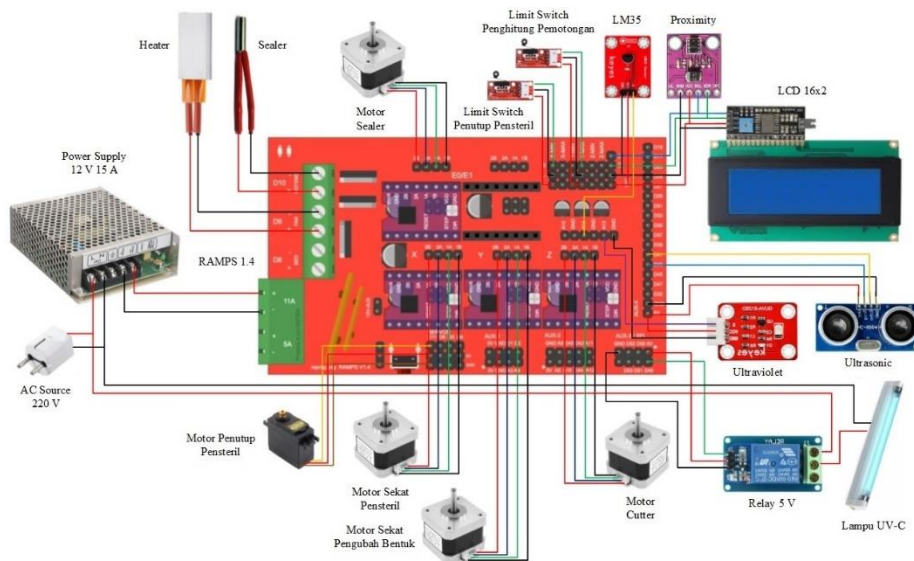
RAMPS 1.4 (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) adalah papan yang berfungsi sebagai antarmuka antara Arduino Mega 2560 dengan perangkat elektronika pada CNC atau printer 3D. RAMPS 1.4 dapat digunakan untuk 1 buah pembaca kartu memori, 1 buah penampil (LCD controller), 6 buah sensor limit switch (*mechanical*), 3 buah sensor thermistor, 4 buah motor servo, 3 buah pemanas (*hotend, hotbed*) atau kipas dan 5 buah motor stepper (Tabel 2) (Gambar 5) [11-13].

Tabel 2. Spesifikasi RAMPS 1.4

Tegangan masukan	12 VDC
Tegangan keluaran	5 VDC, 12 VDC
Daya	60 W, 130 W
Arus	5 A, 11 A
Mikrokontroler	Arduino Mega 2560
Stepper driver	A4988, DRV8825
Firmware support	GRBL, Marlin
Software controller	UGS, Repetier



Gambar 5. RAMPS 1.4



Gambar 6. Diagram pengkabelan tempat sampah pintar

### 3. Hasil dan Analisis

Diagram pengkabelan sensor, aktuator, pengendali dan penampil pada tempat sampah pintar ditunjukkan pada Gambar 6 [11] [13] [14].

Sensor yang digunakan yaitu,

- Sensor jarak digital IR proximity APDS-9930 (0-100 mm) sebagai pendeteksi pengguna
- Sensor cahaya analog ultraviolet GUYA-S12SD (240-370 nm) sebagai pengukur sinar ultraviolet pada lampu UV-C
- Sensor suhu analog LM35 (-55-150 °C) sebagai pengukur suhu pada heater
- Sensor jarak digital ultrasonik HC-SR04 (2-400 cm) sebagai pengukur kapasitas (level) penampung
- Sensor posisi digital limit switch (80°) sebagai pengaman pada penutup pensteril dan penghitung jumlah pemotongan pada pemotong.

Aktuator yang digunakan yaitu,

- Motor stepper NEMA17 HS3401 (1.8°) sebagai penggerak sekat pensteril, sekat pengubah bentuk, pemotong dan penyegel
- Motor servo MG995 (180°) sebagai penggerak penutup pensteril
- Heater plate (220 °C) sebagai pensteril
- Lampu UV-C (100-280 nm) sebagai pensteril
- Heater ceramic (40 W) sebagai penyegel (sealer).

Pengendali yang digunakan yaitu,

- Arduino Mega 2560 sebagai pengendali
- RAMPS 1.4 sebagai antarmuka antara Arduino Mega 2560 dengan sensor, aktuator dan penampil.

Penampil yang digunakan yaitu, LCD berukuran 16x2 dengan komunikasi serial I2C.

Hasil perancangan tempat sampah pintar berukuran 35x30x100 cm dengan kerangka terbuat dari aluminium profile berukuran 20, 2040 dan 2080 serta dinding terbuat dari akrilik setebal 3 mm ditunjukkan pada Gambar 7. Bagian-bagian tempat sampah yaitu,

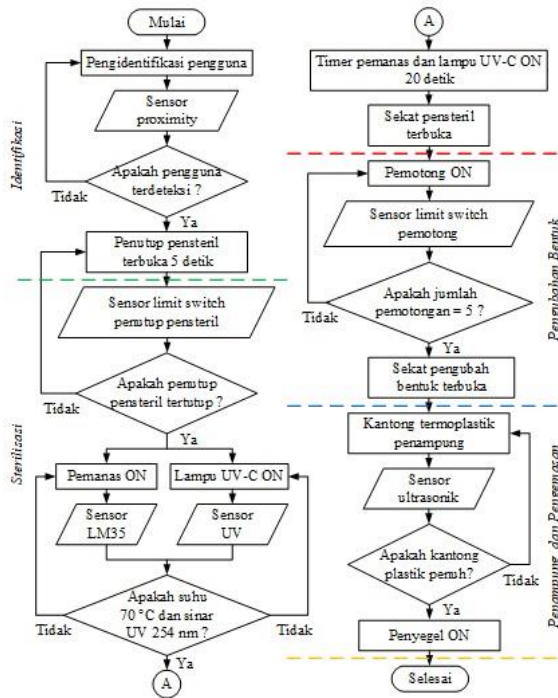
- Pengidentifikasi dan pensteril berukuran 35x30x10 cm
- Pengubah bentuk berukuran 35x30x28 cm
- Pengemas berukuran 35x30x22 cm
- Penampung berukuran 35x30x40 cm.



Gambar 7. Hasil perancangan tempat sampah pintar

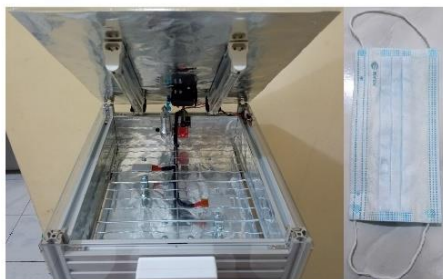
Diagram alir prinsip kerja sistem pada tempat sampah pintar ditunjukkan pada Gambar 8 [15] [16] [17]. Tahap awal adalah pengidentifikasian pengguna tempat sampah pintar menggunakan sensor IR proximity. Apabila pengguna terdeteksi, maka penutup pensteril terbuka selama 5 detik. Bagian pensteril dapat menampung hingga

3 buah limbah masker. Pada penutup pensteril terdapat sensor limit switch yang berfungsi sebagai pengaman. Proses sterilisasi tidak dilakukan jika pengaman mendeteksi penutup pensteril dalam kondisi terbuka karena dapat berpotensi bahaya tinggi terkena paparan radiasi sinar UV-C. Dalam hal ini, penampil menyampaikan status “OPEN”.



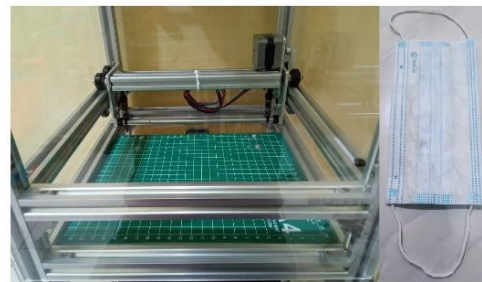
Gambar 8. Diagram alir tempat sampah pintar

Tahap kedua adalah pensterilan limbah masker selama 20 detik menggunakan sinar UV-C dengan panjang gelombang 254 nm yang diukur dengan sensor ultraviolet dan pemanasan dengan suhu 70 °C yang diukur dengan sensor LM35. Hal tersebut juga berfungsi untuk menghilangkan kandungan air dan mempermudah proses pemotongan limbah masker. Agar hasil sterilisasi dapat optimal, maka seluruh dinding bagian pensteril dilapisi aluminium foil. Sekat pensteril terbuka untuk memindahkan limbah masker yang telah steril ke bagian pengubah bentuk. Bagian pensteril dan hasil limbah masker yang telah disterilisasi ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pensteril dan hasil sterilisasi limbah masker

Tahap ketiga adalah pengubahan bentuk limbah masker menggunakan pemotong (*rotary cutter*) berdiameter 28 mm yang digerakkan motor stepper secara linier maju dan mundur sejumlah 5 kali pemotongan yang dideteksi sensor limit switch. Pemotongan dilakukan secara acak atau tidak beraturan agar bentuk limbah masker berubah dari bentuk awalnya. Sekat pengubah bentuk terbuka untuk memindahkan limbah masker yang telah berubah bentuk ke bagian penampung. Bagian pengubah bentuk dan hasil limbah masker yang telah diubah bentuknya ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengubah bentuk dan hasil pengubahan bentuk limbah masker

Tahap akhir adalah penampungan dan pengemasan limbah masker menggunakan penyegel (*sealer*). Limbah masker ditampung ke dalam wadah termoplastik berkapasitas 4.5 liter yang dapat menampung hingga 30-40 limbah masker. Apabila kapasitas penampung yang dideteksi sensor ultrasonik telah terisi penuh atau level mencapai 30 cm, maka penyegel bekerja untuk menutup atau membungkus wadah termoplastik dan penampil menyampaikan status “FULL”. Wadah termoplastik yang telah terisi penuh dan tersegel harus diambil dan diganti dengan wadah termoplastik yang kosong secara manual melalui penutup penampung. Apabila sensor limit switch mendeteksi penutup penampung dalam kondisi terbuka, maka penampil menyampaikan status “OPEN”. Bagian penampung dan pengemas serta hasil limbah masker yang telah dikemas ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Penampung dan pengemas serta hasil pengemasan limbah masker

Untuk mengetahui kinerja dan keandalan tempat sampah pintar yang dibuat, maka dilakukan pengujian terhadap 10 sampel limbah masker sekali pakai yang berbeda dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Tempat Sampah Pintar**

Sampel	Tahap Pengidentifikasi	Tahap Pensteril		Tahap Pengubah Bentuk	Tahap Pengemas	
		Sensor Ultraviolet	Sensor Suhu		Sensor Ultrasonik	Penyegel
Sampel 1	Terdeteksi	254 nm	70 °C	5 Kali	0.7 cm	Tidak Bekerja
Sampel 2	Terdeteksi	254 nm	70 °C	5 Kali	1.5 cm	Tidak Bekerja
Sampel 3	Terdeteksi	253 nm	69 °C	5 Kali	2.3 cm	Tidak Bekerja
Sampel 4	Terdeteksi	254 nm	70 °C	5 Kali	3 cm	Tidak Bekerja
Sampel 5	Terdeteksi	254 nm	70 °C	5 Kali	3.6 cm	Tidak Bekerja
Sampel 6	Terdeteksi	254 nm	70 °C	5 Kali	4.5 cm	Tidak Bekerja
<b>Sampel 7</b>	<b>Terdeteksi</b>	<b>254 nm</b>	<b>70 °C</b>	<b>5 Kali</b>	<b>4.5 cm</b>	<b>Tidak Bekerja</b>
Sampel 8	Terdeteksi	254 nm	70 °C	5 Kali	5.3 cm	Tidak Bekerja
Sampel 9	Terdeteksi	255 nm	71 °C	5 Kali	6.1 cm	Tidak Bekerja
Sampel 10	Terdeteksi	254 nm	70 °C	5 Kali	7 cm	Bekerja

Sampel limbah masker sekali pakai yang digunakan berasal dari berbagai pabrikan sehingga memiliki karakteristik yang berbeda-beda tetapi pada dasarnya terbuat dari bahan yang sama yaitu, non-woven. Untuk mengetahui kinerja penyegel, maka kapasitas atau level penampung ditentukan sebesar 7 cm. Berdasarkan hasil pengujian tempat sampah pintar pada Tabel 3, seluruh perangkat sensor, aktuator, pengendali dan penampil yang digunakan mampu bekerja cukup baik sesuai *setpoint* dengan kesalahan (*error*) pembacaan sinar UV-C sebesar  $\pm 1$  nm dan suhu sebesar  $\pm 1$  °C yang disebabkan karena kurang stabilnya hasil pembacaan sensor ultraviolet dan sensor suhu yang digunakan. Pada saat pengujian terhadap Sampel 7, nilai kapasitas atau level penampung tidak mengalami perubahan dari nilai sebelumnya yaitu, 4.5 cm yang disebabkan karena tali pengait telinga limbah masker pada Sampel 7 tersangkut pemanas pada bagian pensteril sehingga tidak dapat dipindahkan ke tahap berikutnya yaitu, pengubah bentuk, penampung dan pengemas. Dari seluruh hasil pengujian terhadap 10 sampel limbah masker sekali pakai, terdapat 1 sampel yaitu, Sampel 7 yang tidak mampu melewati seluruh tahap atau proses sesuai aturan dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tentang Pengelolaan Limbah Masker dari Masyarakat sehingga persentase keberhasilan kinerja tempat sampah pintar yang dibuat adalah 90 %. Waktu yang diperlukan untuk sekali proses pada seluruh tahap adalah 45 detik.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan yaitu, seluruh perangkat yang digunakan mampu bekerja cukup baik pada seluruh tahap yaitu, pengidentifikasi, pensteril, pengubah bentuk dan pengemas sesuai *setpoint* dengan kesalahan (*error*) pembacaan sinar UV-C sebesar  $\pm 1$  nm dan suhu sebesar  $\pm 1$  °C. Dari seluruh hasil pengujian terhadap 10 sampel limbah masker sekali pakai, terdapat 1 sampel yang tidak mampu melewati seluruh tahap atau proses sehingga persentase keberhasilan kinerja tempat sampah pintar adalah 90 %. Waktu yang diperlukan untuk sekali proses pada seluruh tahap adalah 45 detik. Dalam pengembangan penelitian berikutnya, perlu dilakukan kajian lebih lanjut

terkait efektivitas sterilisasi menggunakan sinar UV-C dan pemanasan pada limbah masker sekali pakai.

#### Referensi

- [1]. BNPB. Revisi 2. *Standar Alat Pelindung Diri (APD) untuk Penanganan COVID-19 di Indonesia*. Jakarta. BNPB. 2020.
- [2]. World Health Organization. *Mask Use in The Context of COVID-19: Interim Guidance*. Jenewa. World Health Organization. 2020.
- [3]. Kementerian Kesehatan RI, “Pedoman Pengelolaan Limbah Masker Masyarakat”, diunduh dari: [https://covid19.kemkes.go.id/download/Pedoman\\_Kelola\\_Limbah\\_Masker\\_Masyarakat.pdf](https://covid19.kemkes.go.id/download/Pedoman_Kelola_Limbah_Masker_Masyarakat.pdf)
- [4]. T. Lubriyana, N. Nurjazuli, and N. A. Y. Dewanti, "Gambaran Pengelolaan Limbah Masker Sekali Pakai oleh Rumah Tangga pada Masyarakat di Kota Semarang," *Jurnal Riset Kesehatan Masyarakat*, vol. 2, no. 2, May. 2022.
- [5]. Joshua H, Magdalena D, Shuyan W, Gale B. Control Measures for SARS-CoV-2: A Review on Light-Based Inactivation of Single-Stranded RNA Viruses. *Journal Pathogens*. 2020; 9(9): 737.
- [6]. Kumari M.C, Praven C.R, Kawkab K, Rohan N, S. Raghu M. Efficacy of Ultraviolet-C Devices for the Disinfection of Personal Protective Equipment Fabrics and N95 Respirators. *Journal of Research of NIST*. 2021; 126: 126023.
- [7]. Nicola T, Francesco P, Davide F, Matteo B, Carlo D.S, Viviana T.O, Fabrizio D, Gaudenzio M, Enrico Z, Matteo M. UV-Based Technologies for SARS-CoV2 Inactivation Status and Perspectives. *Journal Electronics*. 2021; 10(14): 1703.
- [8]. Edem K.B, Charles K, Divine V, Rejoice M.T, Ruru P. Comparative Study of Polypropylene Non-Woven Surgical Mask and Locally Manufactured Woven and Knitted Fabrics Facial Masks. *Journal of Textile and Technology*. 2021; 7(3): 131-141.
- [9]. Alpin K.P, Faqih F, Bayu P, Rian Z.A, M.Khasan S, Firdaus H.S.A. Perakitan 3D Printer Fused Deposit Modeling (FDM) Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Gaung Informatika*. 2019; 12(2): 123-133.
- [10]. I N. Budiastara, I G. Feryanda F. Rancang Bangun 3D Printer Core XY Menggunakan RAMPS 1.4 Berbasis ATmega 2560. *Jurnal SPEKTRUM*. 2020; 7(2): 57-61.
- [11]. Reprap. *RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4*. United Kingdom. Reprap. 2021.

- [12]. jOY-it. *RAMPS 1.4 Kit*. Germany. SIMAC Electronics GmbH. 2021.
- [13]. Bagas A.N, Daniel S. *CNC Modelling for Auto Capsul Filler*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi. Kediri. 2020; 4: 115-124.
- [14]. Fikhri R.S, Oriza C. Rancang Bangun 3 Dimension Printer Menggunakan Smart LCD dengan Arduino Mega 2560. *Jurnal INTECOMS*. 2021; 4(2): 224-231.
- [15]. Amy P, Larry C. *What are Good Ways to Address the Shortage of Face Masks?*. Stanford Medicine. Report Number: v1.1. 2020.
- [16]. Shelby C, Roger C, Ashton H, Eric B, Christopher H, Max S, Howard A, John S, Michael G, Benjamin Y, T.Robert H. Portable Ultraviolet-C Chambers for Inactivation of SARS-CoV-2. *Journal of Research of NIST*. 2021; 126: 126056.
- [17]. Reza S.R, Ika N.A. Perancangan Sistem Disinfektan UV-C Sterilisasi Paket sebagai Pencegahan Penyebaran Covid-19. *JNTETI*. 2021; 10(1): 57-62.