

GATE DELIVERYBOT SEBAGAI SOLUSI DI MASA PANDEMI UNTUK UMKM KULINER BEATYOURMEAT.ID

Filian Arbiyani¹, Eko Adi Prasetyanto², Juan Almer Dynan¹, Andreas
Halim¹, Alvin Henrijento¹, Anugrah Jordan Signori¹, John Louis
Christopher Tanaya¹, Alexander Boentoro¹

¹Prodi Teknik Mesin, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Email: f.arbiyani@atmajaya.ac.id

²Prodi Farmasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

ABSTRACT

During the COVID-19 pandemic, many activities have to be done from home, including buying foods through online delivery. Beatyourmeat.id is one of the culinary micro enterprises (SME) located in Bogor who receives many orders through online platform during COVID-19 pandemic. The food from Beatyourmeat.id's kitchen is delivered manually by the Beatyourmeat.id's employees to online drivers or couriers. This manual process is vulnerable to COVID-19 spreading. Therefore, a solution to replace this manual process is highly needed. The advance solution is a food delivery robot that is built through this community service program, named GATE DELIVERYBOT. GATE DELIVERYBOT is equipped with an eminence feature, i.e. an automatic hand sanitizer, to clean the couriers' hands before grabbing the food inside the box. A visit to Beatyourmeat.id location is done as a starting step in this community service program. Following the Robot design process according to Beatyourmeat.id's layout, component purchasing, assembling, coding, then testing, implementation and evaluation process. GATE DELIVERYBOT has successfully operated in delivering the packages or foods from the kitchen to online couriers by following the certain path. An automatic hand sanitizer feature is also successfully operated by dispensing hand sanitizer liquid while a hand detected as an input in the sensor. Satisfaction comes from Beatyourmeat.id, a micro enterprise (SME) served in this program, when GATE DELIVERYBOT implemented. Beatyourmeat.id gives score 4 (the best score) and provides feedback for future GATE DELIVERYBOT development.

Keywords: Covid-19, Robot, Delivery Robot, Social Distancing, Hand sanitizer, GATE DELIVERYBOT

ABSTRAK

Di masa Pandemi COVID-19, banyak aktivitas yang harus dilakukan dari rumah, salah satunya adalah proses pembelian makanan yang harus dilakukan secara daring dari rumah. Beatyourmeat.id adalah salah satu bisnis usaha mikro di daerah Bogor yang bergerak di bidang kuliner dan banyak menerima pesanan secara daring selama masa Pandemi COVID-19. Proses pengantaran makanan dari area dapur Beatyourmeat.id kepada kurir atau supir ojek daring selama ini masih dilakukan secara manual oleh karyawan Beatyourmeat.id sehingga rentan terjadi persebaran virus Corona. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berupa robot pengantar makanan yang dapat menggantikan proses pengantaran manual ini. Robot pengantar makanan yang dikembangkan dalam program Pengabdian kepada Masyarakat ini dinamakan GATE DELIVERYBOT yang dilengkapi dengan kelebihan fitur sistem auto hand sanitizer dispenser atau hand sanitizer otomatis untuk membersihkan tangan kurir atau supir ojek daring sebelum mengambil makanan yang terdapat di dalam boks. Proses pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat ini diawali dengan survei lokasi mitra, lalu pembuatan desain Robot menyesuaikan tata letak lokasi mitra, yang dilanjutkan dengan proses pembelian alat dan komponen, lalu perakitannya, yang kemudian dilanjutkan dengan proses pemrograman robot, sampai pada tahap pengujian, implementasi dan evaluasi. GATE DELIVERYBOT telah berhasil berjalan dan mengantarkan paket atau makanan dengan lancar sesuai jalur yang telah ditentukan. Fitur auto hand sanitizer dispenser juga telah berhasil beroperasi mengeluarkan cairan hand sanitizer ketika ada input tangan pengguna. Mitra Beatyourmeat.id sangat puas dengan memberikan nilai 4 (terbaik) pada semua aspek penilaian dan memberikan saran pengembangan agar ke depannya GATE DELIVERYBOT dapat dikendalikan melalui handphone.

Kata Kunci: Covid-19, Robot, Delivery Robot, Social Distancing, Hand sanitizer, GATE DELIVERYBOT

1. PENDAHULUAN

Saat ini dunia sedang dilanda pandemi COVID-19 yang menyebabkan terbatasnya interaksi antar sesama dengan tujuan memutus rantai penyebaran virus Corona. Pemerintah pun telah mengeluarkan himbauan untuk melakukan aktivitas dari rumah (*Work from Home*) dan menerapkan *physical distancing*. Dengan adanya kebijakan tersebut membuat manusia tidak dapat keluar rumah dan lebih banyak menghabiskan waktu di rumah demi kesehatan dan keselamatan



keluarga, sehingga hal tersebut menyebabkan manusia kesulitan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun, bagaimanapun juga kegiatan sehari-hari seperti membeli makanan harus tetap terpenuhi.

Pandemi ini membuat segala kegiatan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dilakukan secara daring atau online dengan melibatkan proses pengiriman barang. Proses pengiriman barang yang biasa dilakukan manusia membuat kontak antar sesama, yang dapat memungkinkan terjadinya penyebaran virus corona. Hal ini pulalah yang dialami oleh Beatyourmeat.id. Beatyourmeat.id adalah bisnis usaha mikro yang bergerak di bidang kuliner yang baru memulai merintis usahanya di tahun 2020. Selama Pandemi COVID-19, kebanyakan pesanan Beatyourmeat.id berasal dari aplikasi daring, sehingga kontak fisik antara karyawan Beatyourmeat.id dengan layanan jasa pengantar makanan atau supir ojek daring tidak terhindarkan. Beatyourmeat.id telah menerapkan standar sesuai protokol kesehatan dalam proses pembuatan makanannya, juga telah membuat area tunggu tertentu untuk supir ojek daring melakukan pemesanan dan menunggu pesannya. Namun demikian, proses pengantaran makanan dari area dapur kepada supir ojek daring di area ruang tunggu masih dilakukan secara manual oleh karyawan Beatyourmeat.id. Hal ini membuat rentan terjadi persebaran virus Corona dari kurir atau supir ojek daring kepada karyawan Beatyourmeat.id sampai ke area dapur, tempat proses produksi makanan Beatyourmeat.id. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi yang dapat menggantikan proses pengantaran manual dari area dapur menuju supir ojek daring guna meminimalisir kontak fisik antara karyawan Beatyourmeat.id. dengan layanan jasa pengantar makanan atau supir ojek daring sehingga dapat mengurangi persebaran virus Corona. Hal inilah yang kemudian menjadi dasar ide dalam program Pengabdian kepada Masyarakat ini untuk membuat robot pengantar barang, makanan ataupun kebutuhan pokok lainnya.

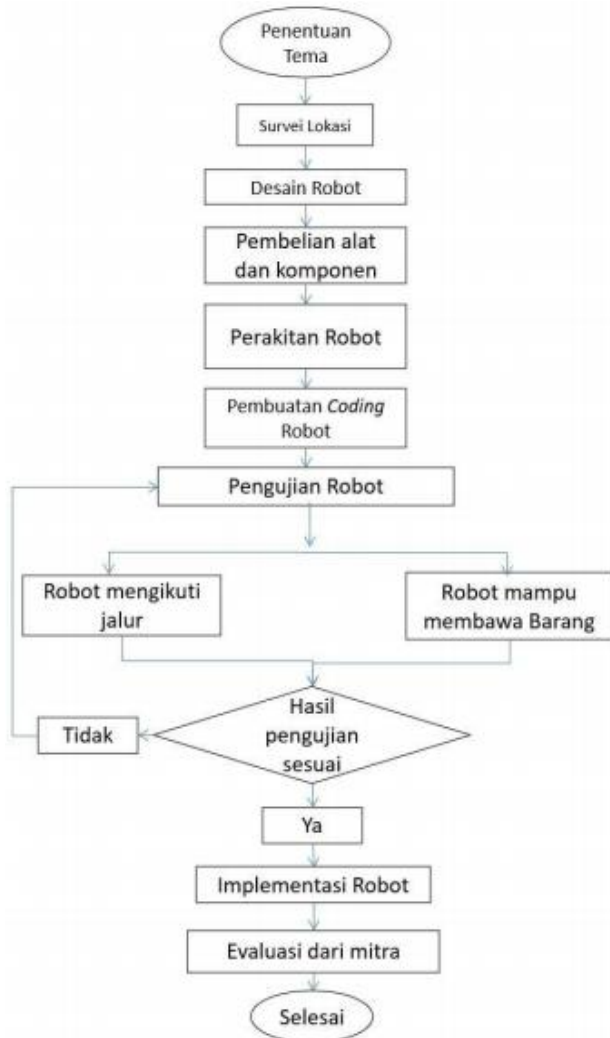
Robot pengantar makanan sudah mulai dikembangkan di banyak negara, salah satunya adalah negara Singapura. Sekelompok tim riset dari Nanyang Technological University (NTU) telah mengembangkan robot pengantar makanan, yang disebut FoodBot, yang bertugas mengantar makanan di area kampus NTU sejak bulan Juni 2020 saat negara Singapura menerapkan Fasa 1 *circuit breaker* sebagai upaya penanggulangan Pandemi COVID-19 (Self-driving robots deliver food on campus, 2021). Robot pengantar paket juga sudah mulai dikembangkan di Silicon Valley-USA. Perusahaan OTSAW di Silicon Valley mengembangkan robot Camello yang dapat digunakan untuk mengantarkan berbagai paket (Camello last-mile delivery robot, 2021). Robot Camello sudah diujicobakan untuk mengantarkan paket belanja barang kebutuhan sehari-hari di area Punggol Singapore bekerjasama dengan beberapa otoritas setempat (Tan, 2021 & Tham, 2021). Robot lainnya yang juga sudah mulai dikembangkan di luar negeri mampu melakukan pengiriman dari dalam rumah makan sampai dengan ke pelanggan (Goyal et al., 2020). Robot dalam program Pengabdian kepada Masyarakat ini dikembangkan untuk dapat melakukan pengiriman paket atau makanan sampai dengan ke pengirim di luar rumah makan, seperti layanan jasa pengantar makanan atau supir ojek daring, tanpa melakukan kontak fisik secara langsung. Robot dalam program Pengabdian kepada Masyarakat ini dinamakan "GATE DELIVERYBOT." Namun tidak hanya sebagai Robot pengirim, GATE DELIVERYBOT dalam program Pengabdian kepada Masyarakat ini juga dilengkapi kelebihan fitur sistem *auto hand sanitizer dispenser* atau *hand sanitizer* otomatis untuk membersihkan tangan pengguna dari virus (corona) dengan bantuan sensor. Dengan terciptanya GATE DELIVERYBOT, diharapkan dapat membantu meminimalisir kontak langsung sesama manusia demi memutus rantai penyebaran virus corona seperti yang dihimbaukan oleh pemerintah. Selain itu, dengan adanya GATE DELIVERYBOT juga diharapkan dapat membantu rumah makan memberikan keamanan kesehatan dalam pelayanannya sehingga dapat lebih dipercaya lagi oleh para pelanggannya.

2. METODE PELAKSANAAN PKM

Tahapan-tahapan metode pelaksanaan dalam program Pengabdian kepada ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1

Metode Pelaksanaan PKM



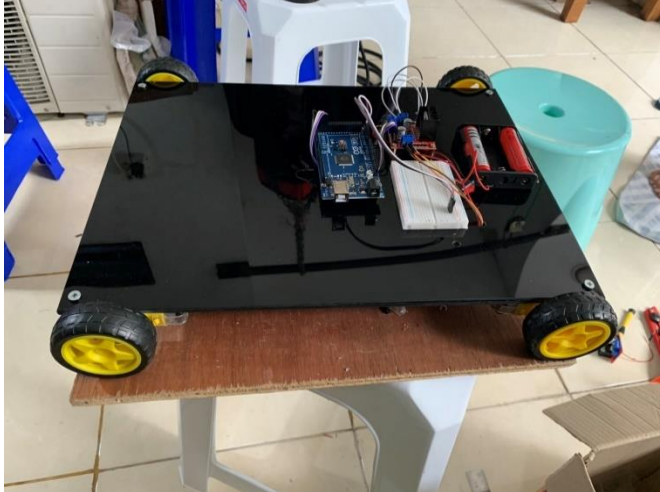
Langkah pertama yang dilakukan adalah penentuan solusi yang tepat dengan mendatangi lokasi mitra untuk memecahkan permasalahan meminimalisir kontak fisik pada masa pandemi Covid-19. Lokasi rumah makan “Beatyourmeat.id” berada di Bogor, tepatnya di Bayu Nirwana E 15 BNR, kota Bogor. Solusi yang dihasilkan adalah berupa pembuatan Robot yang dinamakan GATE DELIVERYBOT. GATE DELIVERYBOT tepat untuk diterapkan di sebuah rumah makan karena dapat mengurangi kontak fisik antara penjual dengan kurir atau supir ojek daring. Setelah melihat kondisi rumah makan mitra, pembuatan desain robot sebagai solusi untuk meminimalisir kontak fisik pun mulai dikerjakan.

Ketika proses pembuatan desain telah selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah pembelian komponen dan alat yang diperlukan. Kemudian dilanjutkan dengan proses perakitan robot dimana robot dibuat menggunakan prinsip line follower robot sebagai pengantar barang, dan menggunakan sensor jarak, sensor infrared, motor servo dan *auto hand sanitizer dispenser* (Lee et al., 2020). *auto hand sanitizer dispenser* digunakan untuk membersihkan tangan kurir atau *auto*

hand sanitizer dispenser sebelum mengambil makanan yang ada di dalam boks. Proses perakitan GATE DELIVERYBOT dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2

Proses Perakitan GATE DELIVERYBOT



Setelah proses perakitan robot selesai, tahap selanjutnya adalah proses pemrograman yang dilakukan dengan merakit *control board* yang terdiri dari Arduino sebagai mikrokontroler (Zaman et al., 2016), dan L298N IC sebagai driver penggerak motor DC disambungkan melalui kabel jumper. Papan akrilik digunakan untuk membuat sirkuit kontrol yang sudah tersusun dan tersambung. Proses selanjutnya adalah merakit motor DC yang disesuaikan dengan cover lalu disambungkan dengan *driver* motor. Kemudian dilanjutkan juga dengan proses pemasangan sensor infrared agar robot dapat mengikuti jalur pada *case* bawah bagian depan yang juga disambungkan dengan Arduino. Lalu dilanjutkan dengan proses pemasangan baterai sebagai *power supply* Arduino agar robot dapat bekerja sesuai program. Terakhir, pemasangan cover untuk melindungi sistem elektronik, dan menghubungkan roda sebagai penggerak robot (Kader et al., 2018).

Selanjutnya pengujian dapat dilakukan setelah proses pemrograman selesai. Pengujian robot ini dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah tahap pengujian robot dapat mengikuti jalur dengan baik. Sedangkan Tahap kedua adalah robot mampu membawa barang yang dimasukkan ke dalam boks. Pengujian ini bertujuan agar barang atau makanan yang diantarkan dapat diantar menuju *driver* ojek *online* dengan baik dan sesuai dengan jalur yang telah dibuat. Pembuatan jalur dilakukan dengan menggunakan lakban warna hitam (Gambar 3). Lakban hitam ini akan dibaca oleh sensor *infrared* untuk bergerak mengantarkan barang atau makanan kepada *driver* ojek *online*. Selagi pembuatan jalur dilakukan, proses pemrograman robot pun dilakukan agar robot dapat bergerak sesuai dengan konsep yang diinginkan.

Sementara itu, larutan handsanitizer dengan basis ethanol dibuat sendiri oleh tim pengabdian di Laboratorium Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya. *Handsanitizer* ini dibuat sedemikian rupa sehingga memenuhi standar laboratorium di mana kandungan alkoholnya adalah lebih dari 70% sehingga memastikan pengguna *handsanitizer* ini terbebas dari bakteri dan mikroorganisme sumber penyakit lainnya.

Hasil dari pengujian menentukan tahap selanjutnya. Ketika GATE DELIVERYBOT ini pada saat pengujian berhasil, maka siap diteruskan kepada mitra. Sementara ketika hasil pengujian belum

sempurna, maka harus kembali dilakukan pengujian serta pemrograman kembali. Tujuannya adalah agar robot dapat mengantarkan barang atau makanan dengan baik

Gambar 3
Jalur Robot



Tahap selanjutnya adalah implementasi di mana robot yang telah lulus uji siap untuk diserahkan kepada mitra. Pada tahap ini partisipasi mitra sangatlah penting. Dalam program Pengabdian Masyarakat ini, mitra berpartisipasi dan bertanggungjawab untuk mengubah dan menyesuaikan tata letak rumah makannya agar memungkinkan GATE DELIVERYBOT dapat bekerja secara optimal dalam mengantarkan makanan dari dalam rumah makan atau dapur menuju tempat kurir atau supir ojek daring. Mitra memastikan bahwa jalur yang dilewati oleh GATE DELIVERYBOT tidak terdapat tangga atau rintangan. Mitra juga bersedia untuk lantai rumah makannya dilengkapi dengan penanda jalur. Tidak hanya itu, Mitra juga bersedia untuk mempelajari prinsip kerja GATE DELIVERYBOT guna pengoperasian dan perawatan GATE DELIVERYBOT secara mandiri.

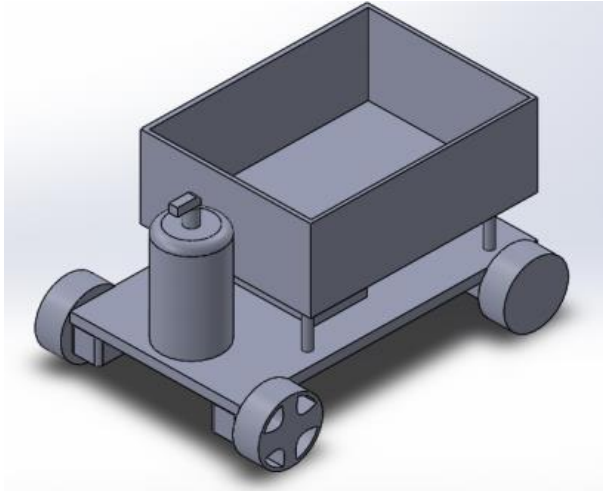
Tahap terakhir adalah evaluasi dari mitra terhadap manfaat dari GATE DELIVERYBOT yang telah dibuat. Hasil evaluasi dari mitra ini digunakan untuk mematangkan hasil GATE DELIVERYBOT apabila diperlukan dan GATE DELIVERYBOT akan diproduksi lebih banyak di masa yang akan mendatang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain GATE DELIVERYBOT yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4

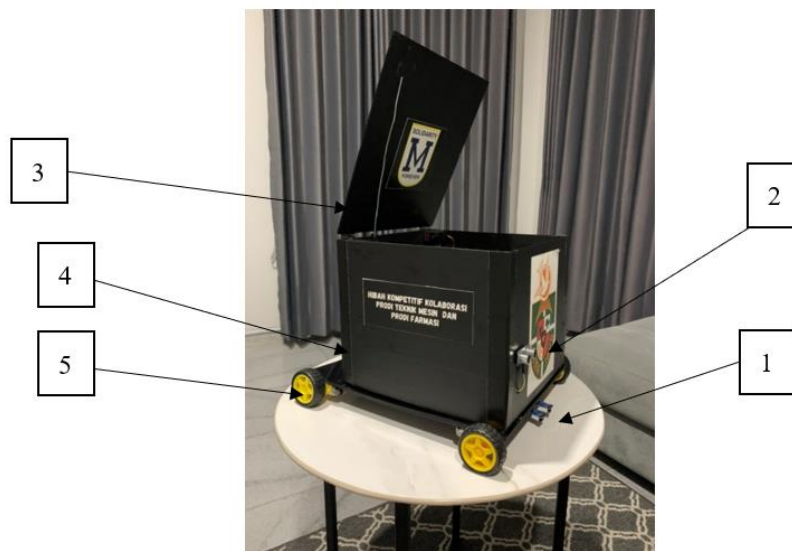
Desain GATE DELIVERYBOT



GATE DELIVERYBOT bekerja dengan prinsip robot *line follower*, yaitu sensor *infrared* membaca jalur yang ditempelkan di lokasi mitra. Sensor *infrared* kemudian mengirimkan sinyal ke arduino yang telah diprogram dan terkoneksi ke *motor driver* yang berfungsi mengatur kecepatan masing-masing DC motor sehingga GATE DELIVERYBOT dapat berbelok. Untuk perintah berhenti GATE DELIVERYBOT, sensor ultrasonik digunakan di depan untuk membaca apakah terdapat objek atau seseorang di depan GATE DELIVERYBOT. Ketika ada seseorang di depan robot *line follower* maka robot berhenti dan membuka tutup kontainer secara otomatis yang berfungsi sebagai tempat meletakkan makanan. Setelah objek sudah tidak berada di depan robot *line follower*, maka tutup kontainer secara otomatis tertutup, dan robot bergerak kembali mengikuti jalur.

Gambar 5

Purwarupa GATE DELIVERYBOT

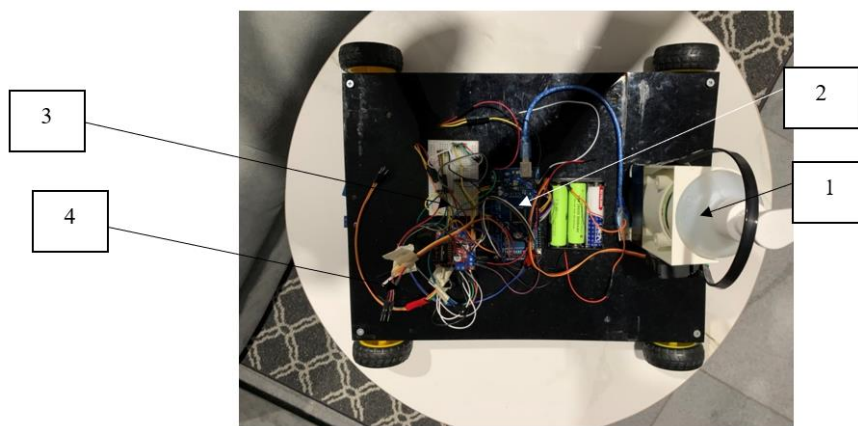


Gambar 5 merupakan purwarupa GATE DELIVERYBOT yang terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- Kotak nomor 1 merupakan sensor *infrared* yang peka terhadap cahaya. Sensor ini bertujuan untuk membaca jalur yang telah ditandai dengan lakban berwarna hitam.
- Kotak nomor 2 merupakan sensor otomatis sistem *auto hand sanitizer dispenser*. Ketika tangan kita berada dekat dengan sensor, maka *hand sanitizer* akan keluar secara otomatis. Dengan adanya sistem *auto hand sanitizer dispenser*, maka penjual atau supir ojek daring dapat menggunakan *hand sanitizer* tanpa menyentuhnya, sehingga bisa membunuh virus COVID-19.
- Kotak nomor 3 merupakan tempat penyimpanan barang atau makanan.
- Kotak nomor 4 merupakan bodi boks yang terbuat dari papan akrilik.
- Kotak nomor 5 merupakan roda penggerak dari robot GATE DELIVERYBOT.

Gambar 6

Detail Komponen GATE DELIVERYBOT



Gambar 6 adalah detail Komponen GATE DELIVERYBOT yang terdiri dari:

- Bagan nomor 1 merupakan sistem *auto hand sanitizer dispenser*. Fungsi komponen ini adalah sebagai sistem *hand sanitizer* otomatis yang dapat digunakan oleh supir ojek daring.
- Bagan nomor 2 adalah baterai. Fungsi dari komponen ini adalah sebagai sumber listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan komponen lain pada GATE DELIVERYBOT.
- Bagan nomor 3 adalah Arduino uno. Ini adalah komponen terpenting dari *Gate Deliverybot*. Komponen ini berfungsi sebagai otak dari GATE DELIVERYBOT. Perintah yang didapatkan dari sensor akan diolah oleh Arduino uno.
- Bagan nomor 4 adalah kabel *jumper*. Fungsi komponen ini adalah untuk menyambungkan antara komponen yang satu dengan komponen yang lain.

Setelah proses perakitan telah selesai dan juga telah melewati proses pemrograman dengan baik, tahap selanjutnya adalah pengujian pengantaran barang atau makanan di lokasi mitra seperti yang bisa kita lihat pada Gambar 7. Hasilnya adalah robot dapat mengantarkan barang atau makanan di lokasi mitra dengan baik sesuai dengan jalur yang telah ditentukan. GATE DELIVERYBOT sendiri telah dilengkapi dengan fitur *auto hand sanitizer dispenser* yang akan mengeluarkan *hand sanitizer* saat ada *input* (tangan) pada sensornya. Fitur *auto hand sanitizer dispenser* ini merupakan salah satu kelebihan yang dimiliki GATE DELIVERYBOT. *Hand sanitizer* yang digunakan juga merupakan *hand sanitizer* yang dibuat oleh Laboratorium Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.

Gambar 7

Proses Pengujian GATE DELIVERYBOT



Melihat suksesnya hasil proses pengujian, maka pada tanggal 19 Juni 2021 dilakukan proses Serah Terima GATE DELIVERYBOT secara resmi dari tim kepada mitra Beatyourmeat.id (Gambar 8). Penyerahan GATE DELIVERYBOT ini sebagian terpaksa harus dilakukan secara daring atau *online* via Microsoft Teams dikarenakan lonjakan kasus COVID-19 yang melonjak tinggi pada saat hari penyerahan GATE DELIVERYBOT (Gambar 9).

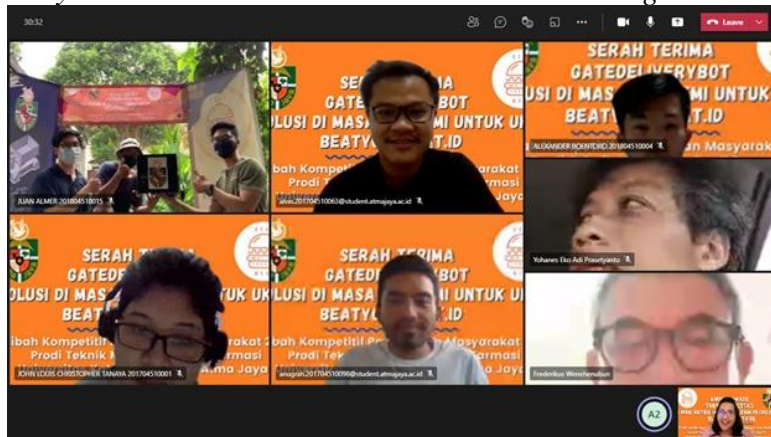
Gambar 8

Perwakilan Tim Serah Terima GATE DELIVERYBOT kepada Mitra Beatyourmeat.id



Gambar 9

Penyerahan GATE DELIVERYBOT secara Daring/Online



Mitra sangat puas dengan adanya GATE DELIVERYBOT ini. Hal ini terlihat dari lembar Formulir Penilaian Kepuasan yang telah diisi oleh Mitra (Gambar 10), di mana mitra memberikan nilai 4 (terbaik) untuk semua aspek, baik dari segi sosialisasi pengabdian masyarakat, jenis kegiatan pengabdian masyarakat, manfaat dan kegunaan bagi mitra, bagaimana penyampaian materi kepada mitra, hingga sikap dan perilaku dari Tim Pengabdian Masyarakat kepada mitra. Mitra kami juga sempat memberikan saran secara verbal untuk ke depannya, yaitu berupa pengembangan GATE DELIVERYBOT yang dapat dikendalikan dengan *handphone* sehingga jangkauan pengantaran makanan atau barang dapat lebih luas lagi. Fitur pengendalian melalui *handphone* ini saat ini belum dimiliki oleh GATE DELIVERYBOT dan merupakan salah satu kekurangan yang dapat dikembangkan ke depannya.

Gambar 10

Formulir Penilaian Kepuasan Mitra

Formulir Penilaian Kepuasan Mitra

Judul Pengabdian : GATE DELIVERYBOT UNTUK "BEATYOURMEAT.ID"
SEBAGAI SOLUSI DI MASA PANDEMI

Nama Mitra : Beatyourmeat.id

Lokasi : Bayu Nirwana E 15 BNR, Kota Bogor

Waktu Pengabdian : 1 Januari 2021 – 31 Agustus 2021

Berilah skor pada setiap pernyataan berikut dengan cara memberi tanda silang pada skor yang dipilih. Semakin tinggi skor yang diberikan menunjukkan semakin tinggi tingkat kepuasan Anda terhadap penyelenggaraan kegiatan pengabdian ini

No	Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
1	Kepuasan terhadap sosialisasi program pengabdian masyarakat				✓
2	Kepuasan terhadap jenis kegiatan pengabdian yang dilaksanakan				✓
3	Kepuasan terhadap kesesuaian dan manfaat jenis pengabdian dengan kebutuhan mitra				✓
4	Kepuasan terhadap pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki oleh tim pengabdian				✓
5	Kepuasan terhadap cara tim pengabdian menyampaikan materi, pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh setelah mengikuti kegiatan				✓
6	Kepuasan terhadap ketepatan pemilihan solusi dan jenis kegiatan untuk membantu memecahkan permasalahan yang ada				✓
7	Kepuasan terhadap sikap dan perilaku tim pengabdian selama kegiatan PKM berlangsung				✓

Bogor, 19 Juni 2021

Mitra





4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat GATE DELIVERYBOT sebagai solusi di masa pandemi untuk kuliner UKM Beatyourmeat.id telah berjalan dengan sangat baik, dimana robot GATE DELIVERYBOT dapat bekerja dengan baik dan mitra puas dan merasakan manfaat dari kehadiran GATE DELIVERYBOT ini. GATE DELIVERYBOT mampu berjalan dan mengantarkan paket atau makanan dengan lancar sesuai jalur yang telah ditentukan. GATE DELIVERYBOT juga dilengkapi dengan kelebihan fitur *auto hand sanitizer dispenser* yang akan mengeluarkan *hand sanitizer* secara otomatis sebelum mitra dan pengguna mengambil paket atau makanan sehingga paket atau makanan tetap terjaga kebersihannya. Mitra sangat puas dengan memberikan nilai 4 (terbaik) pada semua aspek penilaian. Mitra juga memberikan saran pengembangan agar ke depannya GATE DELIVERYBOT dapat dikendalikan melalui *handphone*. GATE DELIVERYBOT telah memberikan manfaat kepada mitra untuk mengurangi kontak fisik antara karyawan mitra dengan kurir atau supir ojek daring sehingga dapat meminimalisir kemungkinan terpapar dan tersebarnya virus Corona.

Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgement*)

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya atas Hibah Kompetitif Program Pengabdian kepada Masyarakat tahun 2021. Ucapan terimakasih juga kepada Prodi Teknik Mesin dan Prodi Farmasi sehingga dapat tercipta kolaborasi Program Pengabdian kepada Masyarakat “GATE DELIVERYBOT sebagai Solusi di Masa Pandemi untuk UMKM Kuliner Beatyourmeat.id” ini.

REFERENSI

- Tan, A. (2021). *Robots deliver groceries and parcels to punggol residents in one-year trial*. The Straits Time. <https://www.straitstimes.com/singapore/consumer/robots-to-deliver-groceries-and-parcels-to-some-residents-in-punggol-in-one-year>.
- Tham, D. (2021). *Robots to deliver groceries and parcels to punggol hdb residents as part of a trial*. Channel News Asia. <https://www.channelnewsasia.com/singapore/autonomous-robot-delivery-punggol-imda-otsaw-camello-321246>.
- Zaman, H., Bhuiyan, M., Ahmed, M. & Aziz, S. (2016). A novel design of line following robot with multifarious function ability. *IEEE*, 5.
- Lee, J., Lee, J.-Y., Cho, S.-M., Yoon, K.-C., Kim, Y. J. & Kim, K. G. (2020). Design of automatic hand sanitizer system compatible with various containers. *HIR*, 26(3), 243-247.
- Kader, M. A., Islam, M., Fakir, S., Hossain, F. & Rafi, J. (2018). Line following autonomous office assistant robot with pid algorithm.
- Goyal, M., et al. (2020). Neurointerventional robotics: challenges and opportunities. *Clinical Neuroradiology*, 30(2), 203-208.
- Self-driving robots deliver food on campus. (2021). NTU. <https://www.ntu.edu.sg/research/research-hub/self-driving-robots-deliver-food-on-campus>.
- Camello last-mile delivery robot. (2021). Otsaw. <https://otsaw.com/camello/>.