

**TRANSFER KNOWLEDGE ROBOT SEDERHANA UNTUK MENGENALKAN TEKNOLOGI ROBOT BAGI ANAK-ANAK DI DUSUN GALINGAN, BORENG, LUMAJANG, JAWA TIMUR**

Syifaul Fuada<sup>1</sup>, Hendriyana<sup>2</sup>, Nuur Wachid Abdul Majid<sup>3</sup>, Nadia Tiara Antik Sari<sup>4</sup>, Ovie Ayunda Rahmaputri Isnawan<sup>5</sup>, Zhaza Nabila Zahra<sup>6</sup>, Muhammad Dzikri Danuarteu<sup>7</sup>, Sarah Agustin<sup>8</sup>, Dita Dwi Andriyani<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [syifaulfuada@upi.edu](mailto:syifaulfuada@upi.edu)

<sup>2</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [hendriyana@upi.edu](mailto:hendriyana@upi.edu)

<sup>3</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [nuurwachid@upi.edu](mailto:nuurwachid@upi.edu)

<sup>4</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [nadiatiara.as@upi.edu](mailto:nadiatiara.as@upi.edu)

<sup>5</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [ayundaovie@upi.edu](mailto:ayundaovie@upi.edu)

<sup>6</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [zhaza.nabila@upi.edu](mailto:zhaza.nabila@upi.edu),

<sup>7</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [muhamaddzikridanuarteu@upi.edu](mailto:muhamaddzikridanuarteu@upi.edu)

<sup>8</sup>Universitas Pendidikan Indonesia. Email: [sarahagustin@upi.edu](mailto:sarahagustin@upi.edu)

<sup>9</sup>Institut Teknologi Bandung. Email: [dita.dwi@gmail.com](mailto:dita.dwi@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Analog Line Follower Robot is one of the use cases from various simple electronic circuit applications. Robotics technology continues to be upgraded over time. On the other hand, it is necessary to prepare human resources from an early age to have the competence (skills in hardware and software) in this field for those who live in urban and rural areas. This community service program aims to introduce a simple robot technology to village children who study in elementary/junior high schools. This program took place at Galingan village, Lumajang city, East Java province, by one-day workshop. This program is divided into five major activities: (1) problem formulation based on field observation, (2) planning and preparation, (3) main activities, (4) evaluation, and (5) publication. We utilize robots available in online stores as a pilot in this program. The reason is as follows: it can cut preparation & implementation time, and they are also more affordable other than a DIY robot. The results showed that the participants were enthusiastic about a simple analog Line Follower robot. As an implication, this program can prepare children with competencies in the Robotics field. Children of Galingan village were selected as pilot projects for implementing a similar program with broader targets in the future. Hopefully, this village will become a central base in Lumajang city for children's hobbies in robotics.*

**Keywords:** Robotics, Line Follower robot, Village kids

**ABSTRAK**

*Robot Line Follower analog merupakan salah satu use case dari beragam aplikasi rangkaian elektronika sederhana. Teknologi robotika terus dimutakhirkan dari waktu ke waktu. Disisi lain, perlu disiapkan SDM sedari dini agar memiliki kompetensi dibidang robotika, baik skill pada hardware maupun bagian software, baik bagi mereka yang tinggal di perkotaan maupun desa. Pengabdian ini bertujuan untuk memperkenalkan teknologi robot sederhana pada anak-anak desa yang sekolah di SD/SMP. Program ini dilaksanakan di desa Galingan, Kabupaten Lumajang provinsi Jawa Timur melalui workshop sehari. Kegiatan pengabdian dibagi menjadi lima aktivitas besar: (1) perumusan masalah berdasarkan tinjauan kondisi sasaran program (problem statement), (2) perencanaan dan persiapan, (3) kegiatan inti, (4) evaluasi, dan (5) publikasi. Pelaksana memanfaatkan robot yang tersedia di toko online sebagai percontohan dalam kegiatan, selain dapat memangkas waktu persiapan & pelaksanaan, juga lebih terjangkau dibandingkan membuat sendiri. Hasil menunjukkan, peserta antusias dengan robot sederhana Line Follower analog. Sebagai implikasinya,*

*pengabdian ini mampu membekali anak-anak dengan kompetensi dalam bidang Robotika. Anak-anak di desa Galingan dipilih sebagai pilot project untuk referensi pelaksanaan kegiatan pengabdian serupa beberapa tahun kedepan, dengan sasaran yang lebih luas. Diharapkan, desa ini akan menjadi kampung percontohan dan central base untuk hobi anak-anak dibidang robotika.*

**Kata Kunci:** Robotika, Line Follower, Anak-anak Desa

## PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) telah secara signifikan mempengaruhi segala sektor kehidupan manusia, termasuk sektor Pendidikan yang termuat didalamnya. *Software* mencakup aplikasi-aplikasi di *smartphone* yang telah banyak membantu mempermudah manusia dalam menjalani aktivitasnya. Dalam sektor edukasi, *software* telah banyak berperan dalam proses pembelajaran baik dikelas maupun diluar kelas; salah satu contohnya adalah dalam wujud media pembelajaran digital (Sepriani, 2015), yang diakses melalui *smartphone* peserta didik maupun pendidik. Kemudian dari segi *hardware*, seperti yang terlihat jelas, akan terus berkembang dari waktu ke waktu, termasuk didalamnya adalah teknologi *smartphone* itu sendiri yang semakin kesini semakin ringan dibawa dengan fitur yang lebih kompleks. *Hardware* dan *Software* juga dapat dalam wujud teknologi selain *smartphone*, diantaranya adalah robotika yang telah banyak diadopsi industri-industri manufaktur dalam negeri. Robotika memuat dua bagian utama, yaitu mekanik & elektronika (*hardware*) dan juga perangkat berpikir (*software*) agar dapat berfungsi secara otonom. Diproyeksikan, dimasa mendatang akan banyak dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki keterampilan di bidang *software* dan *hardware*. Robotika adalah salah satu *trend* teknologi yang perlu dikuasai sejak dini disamping teknologi yang sedang berkembang saat ini seperti *Internet-of-Things* (Fuada et al., 2020) dan *Machine Learning*.

Pengaplikasian Robotika, mekatronika, dan otomasi diberbagai sektor masa depan adalah suatu keniscayaan (Husni et al., 2019); hal ini dimungkinkan karena robot hampir menggantikan pekerjaan manusia di masa kini, terutama untuk aktivitas yang berulang, yang memerlukan kepresisian dan keakuratan karena manusia punya titik jenuh ketika melakukan pekerjaan yang sama dan kontinyu dalam jangka waktu lama sehingga menyebabkan produktivitas menurun. Kondisi ini telah mendorong beberapa sekolah dasar lainnya untuk memasukkan robot ke dalam kurikulumnya melalui program ekstrakurikuler dengan media berupa Robot LEGO dan/atau robot pengukut garis (*Line Follower*) sederhana (jenis analog). Di Indonesia, mulai banyak diadakan kompetisi robot untuk siswa untuk menyulut jiwa kompetitif pada diri anak (Rinanto et al., 2019, 2021; Zamisyak et al., 2016). Mereka dapat dilatih berpikir kreatif dan keterampilan memecahkan masalah melalui media robot (Suwarsono & Muhid, 2020). Robotika yang hanya ada di perguruan tinggi kini bisa diajarkan mulai dari anak TK hingga SMA. Namun sayangnya, ekstrakurikuler robotika masih dianggap terlalu mahal oleh masyarakat (terutama pedesaan) karena kit robot selain masih sulit ditemukan di gerai alat-alat belajar. Meskipun telah tersedia secara *online*, robot sederhana *Line Follower* pun juga cenderung rumit untuk dipelajari secara mandiri, terutama bagi siswa tingkat SD hingga

SMP. Bahkan di tingkat PAUD Indonesia, belum terjamah teknologi robotika yang mana berbeda dengan kondisi siswa anak usia dini di luar negeri yang telah diperkenalkan robot dalam wujud LEGO (AlQarzaie & AlEnezi, 2022). Robot LEGO dapat dirakit (*plug*) ke beragam bentuk dan di program (*play*) sesuai *goal* yang diinginkan atau sesuai kerja robot hasil bongkar-pasang yang diharapkan. Robot ini didedikasikan untuk tujuan Pendidikan, sementara untuk kompetisi umumnya menggunakan jenis *mobile robot*. Untuk itu diperlukan pendekatan seperti *transfer knowledge* bagi anak-anak atau siswa yang sekolahnya tidak terdapat ekstrakurikuler robot, dirasa diperlukan. Proses difusi teknologi dapat dilakukan melalui kegiatan sejenis PkM.

Pada program pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini, akan dilakukan kegiatan pengenalan robot *Line Follower* jenis analog sederhana untuk anak-anak dipedesaan, dengan target TK, SD, SMP, melalui serangkaian acara *transfer knowledge*. Sasaran yang dipilih untuk kegiatan PkM ini adalah tempat tinggal pelaksana selama *Work from Home*, yaitu Dsn. Galingan, Ds. Boreng, Kec. Lumajang, Kab. Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Didesa tersebut terdapat banyak anak-anak yang potensial untuk dikembangkan kreativitasnya. Mereka terbiasa dalam kegiatan rancang bangun, seperti membuat layang-layang dilengkapi lampu LED berkedip, mobil-mobilan *truck* yang terbuat dari kardus, roket air, dan lain sebagainya. Adapun hobi lain seperti bermain burung dara dan memancing. Sehingga, akan sangat menarik apabila diberikan penetrasi teknologi robot sederhana untuk mengeksplorasi dan lebih-lebih dapat meningkatkan minat, bakat, kemampuan berkreasi kerobotikaan, dan bahkan menjadi hobi baru untuk diadaptasikan ke beragam aplikasi sederhana dilingkungan tempat tinggal mereka. Robot dapat menstimulus dan menggali bakat dan minat anak terhadap teknologi (Handayani et al., 2021). Temuan yang didapatkan oleh pelaksana adalah bahwa sebagian besar dari mereka adalah anak-anak dari kalangan kebawah sehingga belum memiliki *smartphone*. Oleh karena itu, kreativitasnya lebih besar dituangkan pada karya-karya yang telah disebutkan tadi. Pelaksanaan PkM dengan topik robotika ini adalah suatu keniscayaan untuk diterapkembangkan dan prospektif dilakukan. Kegiatan PkM ini diselenggarakan untuk memberikan pengetahuan dasar dalam bidang Robotika sekaligus membekali anak-anak di desa sasaran dengan pandangan baru dalam bidang Robotika.

Ringkasnya, anak-anak di Dsn. Galingan, Ds. Boreng, Kec. Lumajang, Kab. Lumajang, Provinsi Jawa Timur, dipilih sebagai *pilot project* untuk kegiatan PkM topik tersebut. Diharapkan, suatu saat akan menjadi kampung percontohan untuk hobi anak-anak dibidang robotika.

## **METODE PELAKSANAAN**

Pelaksanaan PkM ini diawali dengan analisis masalah (*problem statement*), perencanaan dan persiapan kegiatan, pelaksanaan kegiatan (kegiatan *transfer knowledge*), dan diakhiri dengan evaluasi. Tahap publikasi dilakukan setelah data-data terkumpul, diolah, dan diinterpretasikan. Adapun detail masing-masing langkah dideskripsikan sebagai berikut:

### ***Problem Statement***

Kegiatan robotika yang sesuai dengan anak-anak TK, SD, dan SMP adalah robot sederhana pengikut garis (*Line Follower*) yang menyerupai bentuk mobil-mobilan (*mobile robot*), karena ini merupakan purwarupa robot yang paling fundamental secara konsep atau dapat dikatakan jenis robot yang paling sederhana dari bentuk-bentuk robot yang ada (seperti robot manipulator, robot bawah laut, robot terbang, robot penjelajah planet, robot humanoid, robot berkaki, dll.). Dalam pembuatannya tidak memerlukan kerja fisik yang berat atau *effortless* (Hadi, 2021), dan dapat dilakukan oleh anak setingkat TK atau SD. *Line Follower* tersusun dari beberapa komponen-komponen elektronik dan secara prinsip bekerja dengan cara dikendalikan oleh respon sensor cahaya terhadap pantulan yang diterimanya. Robot jenis *Line Follower* dibuat dengan menggunakan sensor pendeteksi warna kontras (biasanya gelap dan terang) sehingga robot dapat berjalan mengikuti arah garis warna kontras yang telah dibuat (Suwarsono & Muhid, 2020). Robot ini memiliki misi yang harus diselesaikan yaitu harus mengikuti garis panduan (Joni et al., 2016) dan diharuskan stabil dalam jalur yang dilaluinya (Maciel et al., 2019). Robot *Line Follower* dapat diterapkan pada aplikasi pengantar obat-obatan di rumah sakit, pengiriman surat disetiap bilik ruang dalam area perkantoran, robot industri yang bergerak di lantai area kerja, dan masih banyak lagi (Islam & Rahman, 2013; Wahyudi et al., 2015). Dewasa ini, teknologi robot harus dikenalkan kepada anak (Handayani et al., 2021), baik yang tinggal di kota ataupun di desa, agar mereka dapat beradaptasi dan bersaing dengan pesatnya penetrasi teknologi dimasa mendatang (Setyarsih, 2020), dimana salah satu teknologi yang dimaksud adalah Robot. Salah satu kegiatan yang dapat menunjang kreativitas atau ketrampilan robotika adalah melalui ekstrakurikuler yang ada di sekolah (Jannah et al., 2021), atau melalui kegiatan PkM-PkM oleh civitas akademika dengan sasaran anak-anak yang tinggal di desa atau langsung di sekolah pada kampung setempat.

Saat ini telah banyak komunitas robotika yang menawarkan jasa pelatihan (seperti: <https://proactiveeducation.com/tag/kurikulum-sekolah-robot/>, <http://robota.co.id/ekstrakurikuler-robotik>, <https://sekolahrobot.com/paket-sekolah-robot>, dsb.), kerjasama dengan sekolah untuk menyelenggarakan *event* pelatihan robotika maupun menjual produk robot. Di Indonesia, Komunitas-komunitas tersebut berkembang dan menyebar di berbagai daerah Nusantara. Hal tersebut menunjukkan bahwa SDM untuk mengkaji bidang robotika juga mengalami peningkatan yang menunjukkan indikator positif agar direspon dan terus digalakkan. Robotika merupakan salah satu wujud aplikasi ilmu elektronika yang saat ini telah mendapat perhatian. Di kota-kota metropolitan atau kota-kota besar program pelatihan robotika telah banyak diminati baik kalangan anak-anak maupun dewasa. Hal ini dikarenakan: 1) Publikasi yang menjual, 2) adanya rasa keingintahuan terhadap bidang robotika yang tinggi, 3) Desain pembelajaran robotika yang kreatif, interaktif, dan menyenangkan, 4) Tingkat kepercayaan orang tua asuh siswa tinggi serta, 5) Fasilitas workshopnya memadai. Namun hal ini berbalik kondisi dengan yang ada didaerah yang jauh dari daerah perkotaan, misalnya kecamatan atau kabupaten yang mana umumnya masih belum

terjemah oleh pengenalan robotika secara nyata. Hal ini juga dialamatkan untuk kegiatan PkM ini nantinya.

Permasalahan yang diangkat dari kegiatan PkM ini adalah belum adanya kegiatan seperti *transfer* teknologi robotika di Dsn. Galingan, Ds. Boreng, Kec. Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Disisi lain, berdasarkan tinjauan ke anak-anak melalui wawancara singkat, kegiatan ekstrakurikuler robotika di sekolah mereka belum tersedia dan tentu saja mereka belum mengenal terkait dengan robot *line follower analog*. Dengan demikian, kegiatan PkM ini bertujuan untuk mengisi *gap* tersebut. Anak-anak didesa sasaran perlu diperkenalkan dan diberdayakan agar kreativitasnya meningkat, terutama bidang robotika. Diharapkan melalui kegiatan ini, anak-anak terinspirasi dan menciptakan *interest* atau hobi baru dalam bidang robotika. Kegiatan ini secara tidak langsung dapat menyiapkan insan-insan yang konsen dibidang robot di masa mendatang, dimana masa depan akan diprediksi bahwa teknologi robot akan berkembang sangat pesat sesuai dengan peta perkembangan *industry 4.0* dan *society 5.0*.

PkM ini memiliki relevansi yang tinggi terhadap bidang keilmuan pelaksana (Syifaul Fuada, S.Pd., M.T.) yang merupakan Dosen program studi S1 Sistem Telekomunikasi, UPI Purwakarta. Pelaksana konsen terhadap elektronika dimana robotika adalah salah satu dari sekian banyak *use case* yang diturunkan dari keilmuan elektronika. Pelaksana adalah pengampu mata kuliah Robotika untuk SD dan pernah memiliki pengalaman dalam rancang bangun robotika untuk menyelesaikan suatu permasalahan kompleks, saat studi S-1 dan telah mendapatkan rekognisi secara nasional, diantaranya adalah Finalis PIMNAS 2014 untuk karya robot pelacak koborocan pipa gas, yang secara mekanik seperti *Line-Follower* robot. Hanya saja sensornya bukan sensor cahaya, melainkan sensor objek pembatas (*Wall follower*).

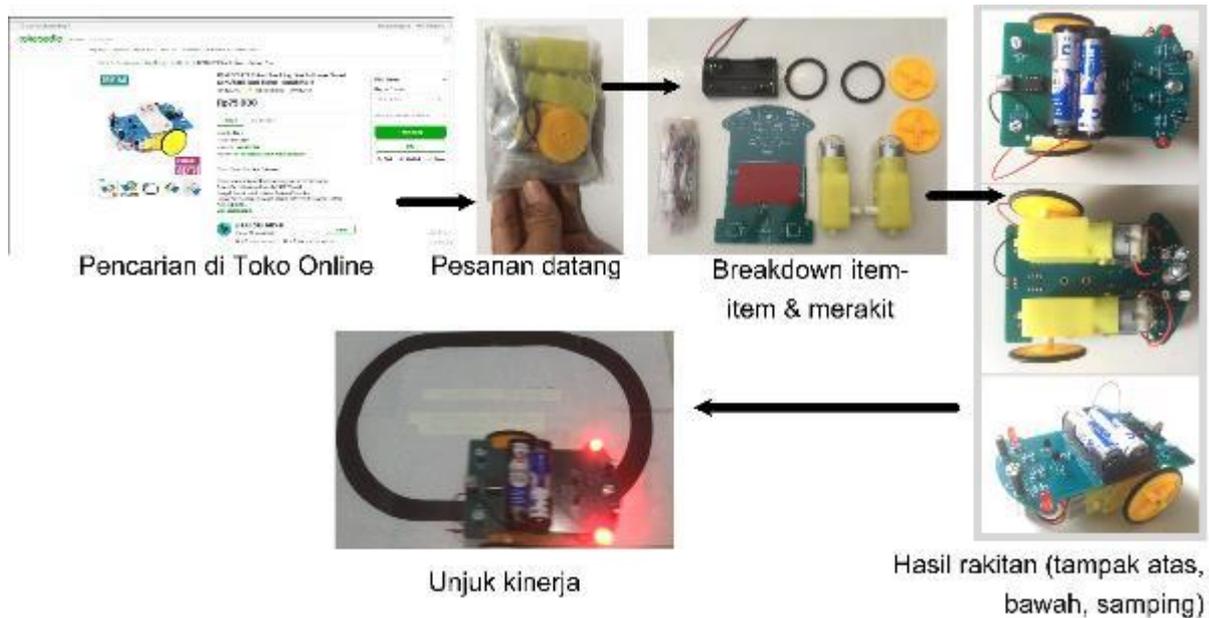
### **Perencanaan Kegiatan**

Perencanaan dan persiapan memuat kegiatan perijinan ke RT/RW setempat, mengundang peserta, menyiapkan robot untuk kegiatan inti, pembuatan *banner*, sertifikat peserta kegiatan. Robot sederhana *Line Follower* jenis analog terdapat tiga bagian rangkaian utama, yaitu: (1) rangkaian sensor sensor cahaya yang umumnya menggunakan Photodiode atau *Light Dependen Resistor* (LDR) sebagai sensor yang dihubungkan dengan resistor untuk membentuk rangkaian pembagi tegangan, (2) rangkaian komparator yang menggunakan IC Operational Amplifier (Op-Amp) berfungsi sebagai pembanding tegangan yang berasal dari rangkaian pembagi tegangan, dan (3) *Driver* elektronis digunakan sebagai penggerak roda. *Driver* tersusun atas transistor tunggal (untuk robot berjalan maju saja) atau dikonfigurasi *H-Bridge* (untuk robot yang dapat berjalan mundur). Rangkaian *Driver* ini dihubungkan ke motor DC yang telah disatukan dengan *Gear box*. Fungsi dari *Gear box* adalah untuk meningkatkan torsi dari motor DC agar dapat berjalan dengan lancar sambil menahan beban catu daya dan item lain pada *body* robot. Tanpa keberadaan *Gear box*, kemungkinan roda robot akan selip dan bahkan sukar berjalan. Rangkaian elektronika pada robot dicatu oleh baterai dengan tegangan sesuai dengan spesifikasi motor DC.

Pada PkM ini, akan digunakan media robot *Line Follower* yang telah tersedia pada toko online (*marketplace*) dengan tujuan untuk: (1) mempercepat proses pelaksanaan PkM karena dimungkinkan apabila membuat robot desain sendiri akan tidak efisien secara timeline, memakan waktu yang lama pada tahap R&D; (2) fokus dari PkM ini adalah *transfer knowledge*, yakni sebatas mengenalkan (*Cognitive level ke-1*), mendemonstrasikan cara kerja robot paling sederhana, mengenalkan komponen-komponen elektronika, dan memberikan tutorial merakit - *assembly*. Maka dari itu, membeli robot *online* sudah cukup efektif mewakili tujuan tersebut; (3) mempermudah peserta sasaran untuk mengakses sendiri robot yang ada di toko online tersebut bagi mereka yang ingin merakit robot secara mandiri dirumahnya. Dengan tersedianya robot pada toko online, mereka dapat dengan mudah membeli dengan harga yang mereka pilih sendiri (tentunya yang paling *affordable*). Pengalaman secara langsung masing-masing peserta sasaran pasca kegiatan perlu diasah atau ditingkatkan dengan cara *self-exploration* kapan saja dan dimana saja.

Tabel 1. Item-item dalam satu kit robot

No.	Item	Jumlah
1	IC LM393 + Housing	1
2	On/Off Switch	1
3	C 100 $\mu$ F	2
4	R 10 k $\Omega$ Trimpot	2
5	R 3.3 k $\Omega$ $\frac{1}{4}$ Watt	2
6	R 51 $\Omega$ $\frac{1}{4}$ Watt	4
7	R 1k $\Omega$ $\frac{1}{4}$ Watt	2
8	R 10 $\Omega$ $\frac{1}{4}$ Watt	2
9	Sensor LDR	2
10	LED	2
11	LED indikator 5mm	2
12	Box baterai	1
13	Kabel	1
14	Dinamo (motor DC) + Gearbox	2
15	Roda + bantalan karet	2
16	Mur untuk roda robot	2
17	Mur besar + Head untuk penyangga robot bagian depan	1
18	Transistor 8550	2
19	Body berupa PCB	1



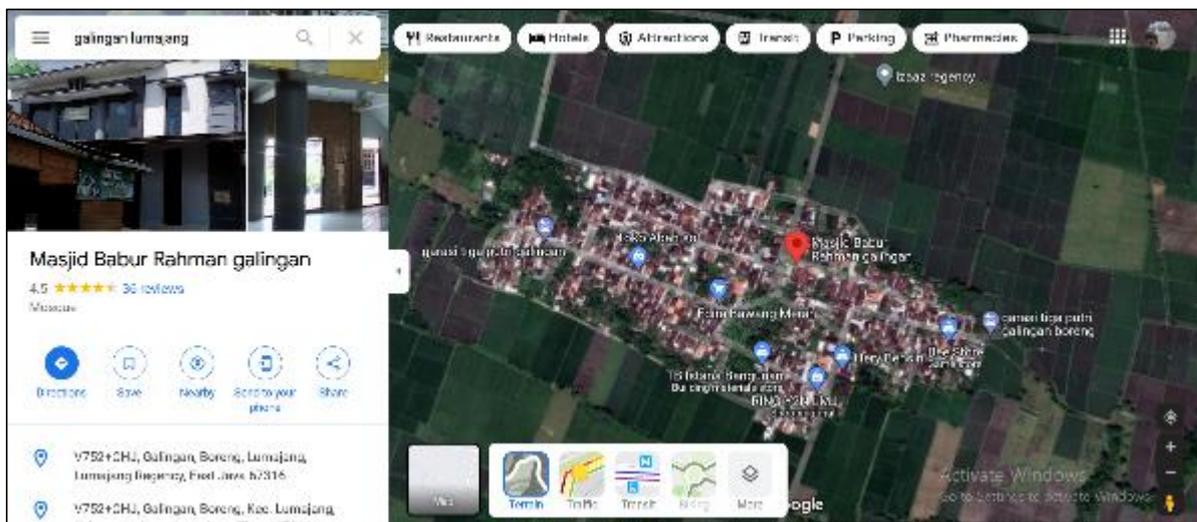
Gambar 1. Kegiatan persiapan

Proses penyiapan robot *Line Follower* analog sebagai sebagai “percontohan robot yang sudah jadi” untuk kegiatan PkM disajikan pada Gambar 1. Tabel 1 adalah satu set item yang disediakan oleh penjual robot, tidak termasuk baterai. Robot dicatu dengan baterai 3V, yang didapat dari rangkaian seri baterai 1.5V. Robot *Line Follower* yang ditunjukkan pada Gambar 1 sangat minimalis baik dari sisi penggunaan komponen maupun penggunaan *body* robot dimana dalam hal ini memanfaatkan PCB rangkaian elektronik. Pemasangan motor DC gearbox dan baterai sangat mudah, yaitu dengan cara menempelkannya pada *body* robot melalui *double-tape*. Untuk *track* atau lintasan robot, sebenarnya telah disediakan lintasan (garis hitam 15 mm) yang terbuat dari kertas putih A4 70 grams oleh penjual (Gambar 1). Namun, alternatifnya dapat dibuat sendiri agar lintasannya lebih Panjang, dengan catatan terdapat warna yang kontras pada lintasan, yakni hitam – putih (Pakdaman et al., 2010). Apabila lantai dari porselin warna putih, maka dapat digunakan lakban warna hitam sebagai jalan robot, begitu juga dengan sebaliknya. Robot pada Gambar 1 menggunakan dua kanal sensor LDR untuk bagian kiri dan kanan, dimana salah satunya mendeteksi garis hitam agar robot berjalan maju dan satu lainnya mendeteksi *background* warna putih untuk robot berjalan maju (kedua roda, sisi kiri dan kanan berputar searah jarum jam). Jika sensor untuk garis hitam terkena warna putih, maka roda akan diam dan roda pada sisi satunya masih berputar; dalam hal ini, robot dalam posisi manuver (Novianta & Firman, 2021).

### Pelaksanaan Kegiatan

Pada kegiatan inti, pelaksana melakukan beberapa langkah praktis sebagai berikut: (1) memberikan penjelasan mengenai definisi robot; (2) bagian-bagian atau susunan robot sederhana *Line Follower*; (3) komponen-komponen elektronika pembangun robot (meliputi komponen aktif, komponen pasif, aktuator); (4) fungsi masing-masing blok; (5) cara *assembly*; (6) dan demonstrasi langsung kepada anak-anak. Pada kegiatan inti,

peserta sasaran akan mempraktikkan proses *assembly* agar *transfer knowledge* dapat secara optimal diserap mereka. Terakhir adalah foto bersama dan pemberian robot ke salah satu peserta sebagai simbolis. Khalayak sasaran yang dalam hal ini adalah anak-anak (siswa TK, SD, SMP) yang tinggal di lingkungan Dsn. Galingan, Ds. Boreng, Kec. Lumajang, Provinsi Jawa Timur, khususnya di RT/01 RW/03 dimana pelaksana tinggal selama periode *Work from Home* (sebelum pemberlakuan *Work from Office* mulai Mei 2022). Target peserta adalah 10 orang secara total. Kegiatan *transfer knowledge* dilaksanakan satu hari atau *one day activity* mulai dari pengenalan hingga demonstrasi (unjuk kerja). Peta wilayah sasaran ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta daerah sasaran

## Evaluasi Kegiatan

Pada tahap evaluasi, pelaksana akan memberikan secarik kertas lembar evaluasi untuk mengetahui tanggapan dari mereka terkait kegiatan *transfer knowledge*. Jawaban yang disediakan yaitu hanya dua, “Ya” dan “Tidak”. Tabel 1 merupakan dua belas buah pertanyaan singkat yang akan dituangkan pada angket.

Tabel 2. Pertanyaan evaluasi kegiatan

No. Pertanyaan	Pertanyaan	Opsi jawaban
Q1	Saya sudah pernah melihat robot seperti ini di TV	Ya/Tidak
Q2	Sebelumnya, saya sudah pernah melihat robot seperti ini secara langsung	Ya/Tidak
Q3	Saya sudah pernah melihat robot seperti ini di media sosial (Tik Tok, Instagram)	Ya/Tidak
Q4	Saya sudah pernah melihat robot seperti ini di toko online	Ya/Tidak
Q5	Apakah kegiatan ini menarik?	Ya/Tidak
Q6	Apakah kegiatan ini menyenangkan?	Ya/Tidak
Q7	Saya ingin memiliki robot ini	Ya/Tidak
Q8	Robot ini membuat saya takjub	Ya/Tidak
Q9	Merakit robot ini sangat mudah	Ya/Tidak
Q10	Saya ingin mencoba merakit dirumah sendiri	Ya/Tidak
Q11	Hobi baru saya nantinya adalah merakit robot	Ya/Tidak

### **Publikasi Kegiatan**

Publikasi merupakan Langkah pemenuhan luaran yang diwajibkan institusi pemberi dana. Publikasi mencakup: (1) Hak Cipta, (2) Publikasi artikel berita, dan (3) Publikasi artikel ilmiah PkM.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pelaksanaan Kegiatan**

Kegiatan dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, yakni pada hari Minggu, tanggal 31 Juli 2022. Kegiatan ini secara *offline* (tatap muka) karena dilaksanakan pascapandemi dan kondisi kota Lumajang yang sudah sangat membaik berdasarkan data Satgas Covid-19 Lumajang. Kegiatan dipilih hari libur anak-anak sekolah. Kegiatan selanjutnya adalah demonstrasi/*expose* robot *example* dan disaksikan oleh para peserta kegiatan secara langsung. Robot percontohan dapat bekerja sesuai ekspektasi, yakni berjalan melacak garis hitam. Kemudian dilanjutkan dengan *transfer knowledge*. Peserta diberikan masing-masing lembaran yang berisi tentang hubungan robot dengan manusia untuk menjelaskan bagian-bagian robot dan fungsinya (Gambar 3). Dijelaskan oleh pelaksana bahwa pada robot *Line Follower* terdapat beberapa bagian seperti Sensor, rangkaian pengkondisi sinyal (*controller*), baterai, aktuator (motor DC + *gearbox*), kabel-kabel, dan *casis* atau *body*. Sementara pada manusia adalah mata, otak, makanan sebagai sumber energi, kaki, syaraf, dan kerangka. Sensor merepresentasikan mata pada manusia, yang fungsinya adalah melacak perbedaan kontras warna (Siswanto & Sigit, 2019). Sensor juga dapat dikatakan sebagai “indera” pada robot. Seperti otak pada manusia untuk memproses informasi dan mengendalikan seluruh tubuh, pada robot terdapat rangkaian pengkondisi sinyal untuk mengolah data dari sensor dan memberikan perintah untuk output (aktuator). Baterai merupakan sumber energi bagi robot, layaknya “bahan makanan” untuk manusia. Aktuator berfungsi sebagai penggerak yang dapat menentukan perpindahan posisi robot. Ibaratnya seperti otot dan kaki pada manusia. Robot jenis beroda seperti *Line Follower* menggunakan motor DC untuk memutar roda dan membuat robot berpindah tempat. Kabel pada robot merupakan jalan mengalirnya daya untuk setiap komponen pada robot dan jalan informasi/data untuk input dan output, ibaratnya syaraf pada manusia yang meneruskan sinyal-sinyal informasi. Kerangka manusia menyangga semua organ tubuh, yang direpresentasikan oleh *body* atau *casis* pada robot untuk menyangga komponen-komponen elektronika dan baterai di atasnya.



Gambar 3. Kegiatan *transfer knowledge* (Dok. Pribadi, 31/07/2022)

Alat dan bahan yang disediakan oleh pelaksana yaitu solder, timah, pinset, pemotong kuku sebagai pengganti tang potong, satu set obeng, masker, dan *track* untuk lintasan robot. Kemudian, peserta memasang komponen-komponen pada *body* robot, mencakup komponen aktif (IC Op-Amp, Transistor, LED), komponen pasif (Resistor tetap, trimpot, Kapasitor), sensor, Switch, dan tempat baterai beserta 2 buah baterai 1,5V. Pengkabelan motor DC gearbox terhadap *body* robot dilakukan, sesuai contoh yang telah diberikan. Solder disiapkan/dipanaskan dengan cara dihubungkan ke listrik PLN. Kegiatan *soldering* dilakukan oleh peserta dengan pendampingan pelaksana. Pada pekerjaan ini, semua peserta diwajibkan menggunakan masker agar tidak menghirup asap pelelehan timah (Gambar 4).



Gambar 4. Kegiatan *assembly* (Dok. Pribadi, 31/07/2022)

Terakhir, motor DC gearbox ditempel pada *body* robot. Unjuk kinerja robot hasil rakitan peserta dilakukan pada *track* yang telah disediakan oleh pelaksana. Proses ini juga melibatkan pengaturan pada potensiometer agar robot dapat bekerja sesuai ekspektasi. Setelah semua robot berfungsi dengan baik. Kegiatan selanjutnya adalah penyerahan robot hasil rakitan peserta kegiatan kepada salah seorang peserta (simbolis). Kegiatan foto Bersama dilaksanakan setelah serangkaian kegiatan usai (Gambar 5). Kemudian diakhiri dengan pemberian sertifikat kegiatan untuk semua peserta. Formulir evaluasi dibagikan dan diisi oleh semua peserta kegiatan.



Gambar 5. Kegiatan foto Bersama (Dok. Pribadi, 31/07/2022)

### Evaluasi Kegiatan

Tabel 3 merupakan akumulasi respon peserta kegiatan untuk kedua belas pertanyaan. Dapat diperhatikan bahwa hanya 13% peserta sudah pernah melihat robot seperti ini sebelumnya di TV. Kemudian 6% pernah melihat secara langsung karena ada ekstrakurikuler robotik di sekolahnya dan toko online, serta 19% lewat sosial media. Dengan demikian, kegiatan *transfer knowledge* tentang robot *Line Follower* jenis analog ini adalah hal baru bagi mayoritas. Sebesar 100% menyatakan kegiatan ini menarik, dan 100% menyatakan menyenangkan. Robot ini membuat mereka takjub (100%) sehingga sebagai implikasinya, hampir keseluruhan dari mereka ingin memiliki robot ini dirumah sendiri (94%). Saat kegiatan berlangsung, mereka berkesempatan untuk merakit robot dan mudah bagi mereka (63%). Peserta kegiatan berkeinginan untuk memiliki robot ini sendiri dan merakitnya ditempat tinggal masing-masing (88%). Kegiatan ini menginspirasi peserta kegiatan sehingga mereka menyatakan bahwa merakit robot akan menjadi hobi baru secara mayoritas (69%) disamping permainan yang sudah *establish* (layang-layang, roket, mobil truck dari kardus, dll.). Peserta kegiatan setuju akan pelaksanaan workshop yang seharusnya sesering mungkin (100%); atau paling tidak dilakukan beberapa hari dibagi per kompetensi, dengan demikian materi disampaikan lebih rinci dan lebih dalam, seperti program pengabdian sebelumnya (Junaidi, 2021).

Tabel 3. Respon peserta kegiatan

No. Pertanyaan	Ya	Tidak
Q1	2 responden (13%)	14 responden (87,5%)
Q2	1 responden (6%)	15 responden (93,75%)
Q3	3 responden (19%)	13 responden (81,25%)
Q4	1 responden (6%)	15 responden (93,75%)
Q5	16 responden (100%)	0 responden (0%)
Q6	16 responden (100%)	0 responden (0%)
Q7	14 responden (88%)	2 responden (12,5%)
Q8	16 responden (100%)	0 responden (0%)
Q9	10 responden (63%)	6 responden (37,5%)
Q10	15 responden (94%)	1 responden (6,25%)
Q11	11 responden (69%)	5 responden (31,25%)
Q12	16 responden (100%)	0 responden (0%)

Alternatif lainnya, adalah dibuat paket-paket pelatihan sesuai tema robot, seperti yang disusun secara sistematis oleh (Wulandari, 2012) untuk isu yang berbeda. Kesimpulan yang didapatkan dari respon peserta kegiatan adalah kegiatan ini impresif dan disambut secara antusias. Tabel 4 merupakan perubahan pengetahuan peserta kegiatan sebelum dan sesudah prosesi *transfer knowledge* dalam lingkup Kognitif level 1.

Tabel 4. Kondisi kognitif anak-anak sebelum dan sesudah kegiatan *transfer knowledge*

Sebelum	Sesudah
Peserta kegiatan belum pernah mengenal robot <i>Line Follower</i> sebelumnya	Peserta kegiatan kini sudah pernah mengenal robot <i>Line Follower</i> dengan cara melihat langsung dan bahkan memegang langsung.
Peserta kegiatan belum mengetahui bagian-bagian robot <i>Line Follower</i>	Peserta kegiatan kini menjadi tahu tentang bagian-bagian robot <i>Line Follower</i> secara mendasar, mulai dari sensor, pemroses informasi dari sensor, badan penyangga, sumber energi, komponen untuk menggerakkan bodi robot, dll.
Peserta kegiatan belum mengetahui prinsip kerja robot <i>Line Follower</i> secara umum	Peserta kegiatan kini sudah mengetahui prinsip kerja robot <i>Line Follower</i> secara umum, yaitu mulai dari pembacaan garis oleh sensor melalui pantulan cahaya LED dari warna garis, kemudian diteruskan ke rangkaian pengkondisi sinyal (komparator) untuk diputuskan apakah bernilai "1" dan "0" yang nantinya dikeluarkan oleh pergerakan motor DC. Bahasa sederhananya, motor DC berputar apabila mendapatkan "1", dan apabila mendapatkan "0", maka diam saja.
Peserta kegiatan belum mengetahui bentuk atau wujud fisik dari komponen-komponen elektronika penyusun robot <i>Line Follower</i>	Peserta kegiatan kini sudah mengetahui bentuk atau wujud fisik dari komponen-komponen elektronika penyusun robot <i>Line Follower</i> sederhana, seperti pada Tabel 1.
Peserta kegiatan belum mengetahui cara memasang tiap-tiap komponen pada PCB robot <i>Line Follower</i>	Peserta kegiatan kini sudah mengetahui cara memasang tiap-tiap komponen pada PCB robot <i>Line Follower</i> , yaitu dengan cara dibengkokkan menggunakan tangan atau pinset (supaya rapih), dan dimasukkan pada PCB sesuai simbolnya. Namun, dalam hal ini dipandu oleh pelaksana karena mereka belum hafal simbol masing-masing komponen.
Peserta kegiatan belum mengetahui cara merekatkan komponen-komponen elektronika terhadap PCB dengan cara disolder	Peserta kegiatan kini sudah tahu mengetahui cara merekatkan komponen-komponen elektronika terhadap PCB dengan cara disolder, yaitu solder yang telah panas didekatkan ke landasan lelehan timah, setelah itu timah ditempel pada landasan dan solder sampai meleleh. Setelah itu, secara berurutan timah dilepas dan solder masih memanaskan timah pada landasan agar hasilnya rapih. Peserta kegiatan menjadi tahu bahwa dalam menyolder perlu menggunakan alat pelindung diri, yaitu masker agar tidak menghirup asap belerang bakaran timah. Disisi lain, peserta mendapatkan kompetensi memotong kaki komponen dengan tang potong/pemotong kuku secara rapi.
Peserta kegiatan belum mengetahui cara <i>setting</i> robot agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, yaitu menelusuri jalur warna hitam	Peserta kegiatan kini sudah mengetahui cara <i>setting</i> robot sampai dengan benar dapat menelusuri jalur warna hitam melalui pemutaran dua buah trimpot. Dua buah LED indikator pada bagian depan robot dapat sebagai referensi, apabila menyala maka roda berputar, dan apabila padam artinya roda diam.

Beragam literatur yang dikaji dan media masa telah memberi informasi valid bahwa pada saat ini, hampir semua industri modern memanfaatkan robot untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi. Kompetensi anak terhadap *hardware* perlu disiapkan (Tayal et al., 2020). Perkembangan teknologi robot kini sudah sangat cepat (Rinanto et

al., 2019, 2021) dan menjamur disegala lini. Kegiatan PkM ini telah berhasil dalam menyiapkan kompetensi anak-anak hingga remaja, khususnya bagi mereka yang tinggal dipedesaan. Diharapkan di masa depan, mereka memiliki keterampilan teknis yang mumpuni ketika bekerja dengan pekerjaan yang memerlukan interaksi manusia terhadap mesin fisik/virtual. Kegiatan *transfer knowledge* ini juga sebagai pendamping/penyokong akan upaya-upaya yang telah dilakukan oleh beberapa sekolah jenjang SD/SMP di Indonesia yang menggelar mata pelajaran ekstrakurikuler robotika dengan kurikulum mereka sendiri atau menyewa jasa pihak ketiga (Lembaga nonformal robotika) dengan kurikulum Lembaga yang bersangkutan. Dikatakan demikian karena permasalahan yang ditemukan adalah belum tersedianya ekstrakurikuler robotika di sekolah-sekolah SD/SMP Kab. Lumajang sehingga anak-anak desa belum familiar dengan robot. Akan tetapi, pada PkM ini, robot yang dikenalkan kepada anak-anak adalah jenis analog. PkM berikutnya akan dikenalkan jenis robot *Line Follower* digital dan dihubungkan ke IoT, seperti isu yang diangkat oleh pengabdian oleh Tim dari Universitas Airlangga (Agustin et al., 2019).

Kegiatan serupa dilakukan oleh tim PkM dari Universitas Negeri Malang (Handayani et al., 2020), mereka dengan percaya diri mengklaim hasil *transfer knowledge* dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa (pengetahuan dan pemahaman), dimana peserta sasaran dapat mengenal dan mempelajari teknologi mutakhir robot yang berkembang saat ini. Anak mendapatkan *experience* langsung dengan kegiatan praktikum merakit robot sederhana. Robot *Line Follower* dapat membantu meningkatkan kognitif anak, seperti ketrampilan menggunakan jari tangan (misalnya memasang komponen elektronika, menyolder, memotong kaki-kaki komponen setelah *mounting*, dsb.) dan keluwesan pergerakan tangan dan koordinasi mata yang dalam hal ini dapat dilihat dari kemampuan anak dalam memegang solder, membengkokkan komponen, mengamati robot *example* untuk diadopsi merakit robot baru. Kelainan anak (misalnya autisme) dapat dicetus dengan pemanfaatan robot sebagai media pembelajaran (Febtriko, 2017). Pengaplikasian robot pada anak dapat membangun psikis yang baik, seperti yang diilustrasikan oleh (Cangelosi & Schlesinger, 2018). *Line Follower* jenis analog ini sebagai salah satu *sample* dari sekian banyak media pembelajaran robotika untuk meningkatkan daya kreativitas peserta sasaran program dan kompetensi terhadap bidang ini, sesuai temuan dari (Budiyanta et al., 2020). Kemampuan komputasi berpikir anak juga dapat meningkat dengan bantuan robot (Maulidiyah & Anistiyasari, 2020). Kegiatan ini juga dapat dijadikan sebagai wadah untuk meningkatkan kecerdasan komunikasi antar anak (Farida et al., 2018) karena kaitannya dengan kolaborasi dan sinergitas melalui kerja kelompok. Selain itu juga sebagai bentuk upaya untuk “recovery” kognitif anak pasca pandemi Covid-19 (Sukma et al., 2021).

### **Analisis Faktor Pendukung dan Penghambat Program**

Kegiatan PkM *transfer knowledge* robot sederhana *Line Follower* ini dapat berjalan dengan lancar karena dukungan dari pimpinan Desa, izin orang tua anak-anak, dan antusiasme dari anak-anak mengikuti program ini. Anak-anak datang tepat waktu dan fokus mengikuti serangkaian acara sampai selesai. Kegiatan dilakukan secara luring

sehingga tidak memiliki masalah dalam kaitannya dengan jaringan internet. Sementara beberapa faktor penghambat dan solusinya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor-faktor penghambat program dan solusinya

Kendala	Solusi yang ditawarkan
<p>Anak-anak peserta kegiatan masih belum mengetahui keseluruhan komponen yang ada pada robot <i>Line Follower</i></p> <p>Anak-anak belum bisa memasang komponen pada PCB bilamana tidak ada contoh robot yang sudah jadi. Karena, pada dasarnya untuk memasang komponen, mereka perlu mengetahui komponen apa dan simbolnya seperti apa. Kemampuan menghafal simbol komponen adalah hal yang sangat krusial agar mereka secara mandiri merakit dirumah masing-masing tanpa pendampingan dari pelaksana.</p>	<p>Perlu pemberian materi dan evaluasi akan penyebutan nama komponen dan simbolnya agar mereka dapat memasang komponen sesuai simbol yang tertera pada <i>body</i> robot. Disisi lain, perlu kebiasaan dalam membengkokkan kaki-kaki komponen agar dapat dimasukkan pada PCB dengan rapi/teratur dan tertib. Selain itu, anak-anak perlu dipahamkan lebih detail tentang warna-warna kabel pada elektronika, dimana warna merah biasanya untuk (+) dan warna hitam untuk (-) sehingga pemasangan kutub baterai tidak terbalik saat penyambungan terhadap PCB. Konsep-konsep tersebut perlu dimatangkan dan secara benar diterima oleh peserta kegiatan untuk menghindari <i>misconception</i> yang menyebabkan problem bagi anak-anak seperti yang dibahas oleh (Wulandaru, 2015).</p>
<p>Anak-anak belum terampil menyolder, hasilnya kurang bagus dan komponen mengalami overheating dimana solder terlalu lama ditempelkan pada kaki komponen namun timah belum kunjung leleh.</p>	<p>Perlu kebiasaan menyolder diluar kegiatan PkM ini agar hasilnya bagus. Dengan sering mencoba maka pengalaman akan menyolder akan terasah, sehingga ketrampilan tersebut dapat dicapai. Anak-anak juga perlu diberikan penguatan untuk tidak takut dengan solder (karena panas atau kejut listrik) selama tahu prosedur dan selalu berpedoman pada Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).</p>
<p>Anak-anak masih kesulitan dalam <i>setting</i> robot</p>	<p>Perlu penjelasan yang lebih detail lagi tentang hubungan antara trimpot, LED indikator, dan putaran motor pada masing-masing sisi. Cara kerja robot tentang penelusur garis harus dipahami dengan baik oleh anak-anak agar mampu melakukan <i>setting</i> dengan cara memutar trimpot menggunakan obeng. Caranya sebenarnya sangat mudah dimana setelah robot dirakit dan siap diuji coba, salah satu sisi sensor (katakanlah sisi kiri) ditaruh pada garis hitam dan motor DC harus berputar disaat yang sama, sensor sebelah kanan terkena garis putih dan roda sebelah kanan juga harus berputar. Pada kondisi ini, robot dalam mode maju. Selanjutnya, sensor kiri (yang awalnya ditaruh pada warna hitam), digeser sampai bertemu warna putih. Pada kondisi ini, motor DC sebelah kiri harus berhenti dan motor sebelah kanan berputar. Dalam keadaan ini, robot dalam mode manuver.</p>
<p>Anak-anak belum mengenal <i>marketplace</i> yang telah banyak menyediakan robot-robot edukasi, termasuk <i>Line Follower</i></p>	<p>Perlu diberikan materi tambahan tentang tata cara memanfaatkan <i>marketplace</i> untuk memesan robot, sortir berdasarkan termurah, terekomendasi, sampai tahap pembayaran dan pelaporan barang sudah datang. Dengan demikian, anak-anak dapat secara mandiri melakukan pengadaan robot <i>Line Follower</i> dan <i>self-experiment</i>.</p>

Kendala	Solusi yang ditawarkan
	Hobi baru tentang perakitan mainan robot dimulai dari saat itu. Di toko <i>online</i> terdapat banyak sekali pilihan robot, sehingga direkomendasikan agar anak-anak membeli robot yang sama persis dengan robot pada kegiatan PkM.

Agar anak-anak dapat mempraktikkan dirumah sendiri, solusi lain yang bisa diberikan adalah dengan membuat video tutorial tentang bagaimana merakit robot *Line Follower* analog dari awal sampai akhir; kemudian dibagikan kepada mereka lewat *WhatsApp* (Kurniawati et al., 2021), atau diunggah di *Youtube* terlebih dahulu (Sulastri & Fuada, 2021), sehingga dapat dijadikan acuan atau media bantu dalam kegiatan *self-assembly* robot tersebut, termasuk *setting* robot. Sebagai catatan, robot yang divideokan adalah jenis yang sama. Video adalah media efektif untuk menyampaikan tujuan secara audio dan gambar bergerak, sesuai untuk jenis materi yang sifatnya tutorial, seperti yang diangkat oleh (Anggraini & Dwiyanti, 2017).

## SIMPULAN

Kegiatan pengenalan robotika untuk anak-anak yang tinggal di desa adalah suatu keniscayaan dalam menyiapkan generasi unggul dibidang robotika. Telah disediakan satu unit robot yang didapatkan dari toko *online* sebagai *pilot* dalam pelaksanaan PkM di Dsn. Galingan, Ds. Boreng, Kec. Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Peserta dapat mengikuti kegiatan *transfer knowledge* dengan baik dan berdasarkan hasil survey, mereka antusias selama kegiatan. Kegiatan PkM ini diselenggarakan untuk mengenalkan robot sederhana *Line Follower* analog dan mendemonstrasikan cara kerjanya. Mereka diberikan pengalaman langsung merakit robot sesuai contoh yang diberikan. Dengan kegiatan *transfer knowledge* ini, diharapkan anak dapat terinspirasi serta tersulut minat/ketertarikannya dan bakatnya di bidang robotika. Kemudian mereka dapat mengeksplorasi pengalaman yang didapatkan untuk meningkatkan kreatifitas untuk mengembangkan beragam aplikasi sederhana dan bermanfaat bagi lingkungan tempat tinggal mereka.

Tindak lanjut program dirumuskan sebagai berikut: (1) Dengan skala sasaran yang kecil, hendaknya dapat diselenggarakan lebih Panjang durasi waktu. Dalam hal ini perlu disusun kurikulum yang tepat dan terstruktur agar penyampaian materi lebih dalam, mencakup kemampuan membaca komponen elektronika (utamanya resistor dan kapasitor), mengklasifikasikan komponen, mouting PCB, pengoperasian Multimeter analog untuk mengecek kondisi LED dan kapasitor, pengoperasian multimeter digital untuk mengukur nilai resistor, dan lain sebagainya. (2) Perlu tambahan materi tentang pengenalan marketplace kepada anak dan prosedur membeli robot lewat media tersebut. (3) Perlu program yang lebih luas terkait sasaran, sesuai dengan road map PkM yang telah dirancang. (4) Perlu dilakukan MoU antara pihak desa dengan institusi penyelenggara agar memiliki keberlanjutan program, baik program serupa atau program *extended* yang masih dalam lingkup keahlian pelaksana kegiatan PkM ini. MoU juga dapat dilakukan oleh institusi dengan penyedia robot, agar dapat menguntungkan kedua belah pihak yakni sebagai *branding* developer robot sekaligus mendukung IKU PT pada poin Kerjasama

Lembaga dengan perusahaan/unit usaha dalam negeri. Stakeholder berperan untuk mendukung menyelesaikan program yang telah di *scale-up* untuk lingkup sasaran yang lebih luas, seperti yang dikaji oleh (Yuliandani, 2017).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan PkM ini dibiayai oleh Dana Rencana Kerja dan Anggaran Tahunan Penugasan Kampus UPI di Purwakarta Tahun Anggaran 2022 Dengan Surat Keputusan Rektor Nomor: 0828/UN40/PT.01.02/2022 sesuai dengan kontrak kegiatan pelaksanaan PkM Nomor: 0718/UN40.K4/PT.01.03/2022. Terimakasih kepada media yang telah meliput kegiatan ini: <https://www.wartacakrawala.com/dosen-sistel-upi-purwakarta-kenalkan-teknologi-robot-untuk-anak-anak/>

### DAFTAR RUJUKAN

- Agustin, E. I., Yunardi, R. T., & Winarno, W. (2019). Line Follower Robot Training and Introduction of Internet of Things (IoT) for Students in Jombang City. *Darmabakti Cendekia: Journal of Community Service and Engagements*, 1(2), 50–55. <https://doi.org/10.20473/dc.V1.I2.2019.50-55>
- AlQarzaie, K. N., & AlEnezi, S. A. (2022). Using LEGO MINDSTORMS in Primary Schools: Perspective of Educational Sector. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 18(1), 139–147. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i01.27579>
- Anggraini, A. W., & Dwiyantri, S. (2017). Penerapan Video Tutorial Make Up Pada Pelatihan Make Up Foto Casual di CV. Indo Creative Entertainment. *Jurnal Tata Rias*, 6(1), 99–107.
- Budiyanta, N. E., Darmawan, I. A., Sarah, A., Mulyadi, M., Tanudjaja, H., & Widiarto, S. O. B. (2020). Line follower robot module design for increasing student comprehension in robotics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(3), 032064. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/3/032064>
- Cangelosi, A., & Schlesinger, M. (2018). From Babies to Robots: The Contribution of Developmental Robotics to Developmental Psychology. *Child Development Perspectives*, 12(3), 183–188. <https://doi.org/10.1111/cdep.12282>
- Farida, Y. E., Andriyani, S., & Wibowo, D. (2018). Inovasi Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Kecerdasan Linguistik Anak Usia Dini. *J-ABDIPAMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 2(2), 127–134. <https://doi.org/10.30734/j-abdipamas.v2i2.308>
- Febtriko, A. (2017). Pemakaian Mobile Robot dalam Meningkatkan Perkembangan Kognitif Anak Usia Dini di Taman Kanak-Kanak. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(2), 125–135. <https://doi.org/10.36341/rabit.v2i2.215>
- Fuada, S., Ichsan, I. N., Pratama, H. P., Putri, D. I. H., Suranegara, G. M., Setyowati, E., & Fauzi, A. (2020). Workshop Internet-Of-Things untuk Guru dan Siswa Sekolah Menengah di Purwakarta, Jawa Barat, Guna Menunjang Kompetensi Era Industri 4.0. *J-ABDIPAMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 4(2), 39–52. <https://doi.org/10.30734/j-abdipamas.v4i2.938>

- Hadi, M. L. (2021). Implementasi metode pembelajaran virtual laboratory (praktikum robotika) dengan circuit wizard saat pandemi covid-19. *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*, 2(3), 86–94.
- Handayani, A. N., Lestari, D., Sendari, S., & Fadlika, I. (2020). Pelatihan Robot Edu Bagi Siswa SDN Sumbersuko di Desa Sumbersuko Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. *Ilmu Komputer Untuk Masyarakat*, 1(1), 11–14. <https://doi.org/10.33096/ilkomas.v1i1.770>
- Handayani, A. N., Wibawanto, S., & Faiz, M. R. (2021). Transfer Teknologi Line Robot Follower (LRF) Siswa Elbaith Rif'a Islamic Happy School Malang. *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik (JITET)*, 1(5), 394–397.
- Husni, N. L., Handayani, A., Prihatini, E., Evelina, E., & Anisa, M. (2019). Peningkatan Minat Anak di Bidang Robotika. *SNAPTEKMAS*, 1, 116–126. <http://jurnal.polsri.ac.id/index.php/SNAPTS/article/view/2026>
- Islam, M. S., & Rahman, M. A. (2013). Design and Fabrication of Line Follower Robot. *Asian Journal of Applied Science and Engineering*, 2(2), 127–132.
- Jannah, F. R., Fuada, S., Putri, H. E., Zanah, F. W., & Pratiwi, W. (2021). Teaching analog Line-Follower (LF) robot concept through simulation for elementary students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1987(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1987/1/012046>
- Joni, K., Ulum, M., & Abidin, Z. (2016). Robot Line Follower Berbasis Kendali Proportional-Integral-Derivative (PID) Untuk Lintasan Dengan Sudut Ekstrim. *Jurnal Infotel*, 8(2), 138–142.
- Junaidi, A. (2021). Pelatihan Robot Line Follower di Pesantren Asshiddiqiyah 2 Batu Ceper. *TERANG*, 3(2), 148–154. <https://doi.org/10.33322/terang.v3i2.985>
- Kurniawati, R., Fuada, S., & Dawani, F. (2021). Pemanfaatan Linktree, Google Form, Youtube dan Quizizz Sebagai Media Bantu Pembelajaran Daring selama Periode Adaptasi Baru di SDN Dayeuhkolot II Subang. *Indonesian Journal of Community Services in Engineering & Education (IJOCSEE)*, 1(2), 85–94.
- Maciel, G., Biundini, I. Z., Junior, I. C. S., Marcato, A., Pinto, M. F., & Filho, A. G. (2019). Design of a Low Cost Four-Channel LDR Based Line-Follower Sensor with Transient and External Interference Compensations. *Anais do 14º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, 1, 1321–1324. <https://doi.org/10.17648/sbai-2019-111321>
- Maulidiyah, N. R., & Anistiyasari, Y. (2020). Studi Literatur Pengaruh Media Robotik Terhadap Berpikir Komputasi Siswa. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 5(1), 133–140.
- Novianta, M. A., & Firman, B. (2021). Pelatihan Robot Line Follower Analog Bagi Siswa SMK TKM Teknik Purworejo. *Dharma Bakti*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.34151/dharma.v4i1.3477>
- Pakdaman, M., Sanaatiyan, M. M., & Ghahroudi, M. R. (2010). A line follower robot from design to implementation: Technical issues and problems. *2010 The 2nd*

*International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE)*, 1, 5–9.  
<https://doi.org/10.1109/ICCAE.2010.5451881>

- Rinanto, N., Santoso, M. Y., Subiyanto, L., Endrasmono, J., Hardiyanti, F., Afiuddin, A. E., Prasojo, B., Apriani, M., Setiyoko, A. S., & Khumaidi, A. (2021). Peningkatkan Prestasi Siswa Tingkat SD di Kelurahan Wonorejo Surabaya Melalui Pelatihan Robot Perunut Garis Analog. *Jurnal Cakrawala Maritim*, 4(2), 231–233. <https://doi.org/10.33863/cakrawalamaritim.v4i2.1365>
- Rinanto, N., Subiyanto, L., Endrasmono, J., Yusuf, M., Hardiyanti, F., Afiuddin, A. E., Prasojo, B., Apriani, M., & Setiyoko, A. S. (2019). Pelatihan Robot Line Tracer Analog untuk Meningkatkan Prestasi Siswa Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah Wonorejo 27 Surabaya. *Jurnal Pengabdian Mitra Masyarakat (JPMM)*, 1(2), 15–22.
- Sepriani, D. (2015). *Pengembangan Multimedia Pembelajaran Menginstalasi Perangkat Jaringan Lokal Pada Mata Pelajaran Produktif Kelas X SMK Program Keahlian Teknik Komputer Jaringan* [Skripsi, Universitas Negeri Malang].
- Setyarsih, W. (2020). Edukasi Robotika Siswa SDN Kecamatan Gayungan Surabaya dan Pengembangan Softskillnya. *Jurnal ABDI: Media Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 65–74. <https://doi.org/10.26740/ja.v6n1.p65-74>
- Siswanto, & Sigit, H. T. (2019). Pelatihan Pembuatan Robot Line Follower untuk Meningkatkan Pengetahuan Robotika pada Siswa SMK Negeri I Kramatwatu. *Journal Pemberdayaan Masyarakat Indonesia (JPMI)*, 1(1), 230–240.
- Sukma, D. S., Dewi, E. P., Khaerunika, Y., Syahdela, A. A., Astuti, D. F., Rahmat, A. C., Zainudin, M., Rohmah, I. I. T., & Hidayat, T. (2021). Program “Desa Anak Negeri” untuk Akselerasi Recovery Literasi pada Masa Pandemi. *J-ABDIPAMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 5(2), 69–78. <https://doi.org/10.30734/j-abdipamas.v5i2.2166>
- Sulastri, R., & Fuada, S. (2021). Bantuan Penyiapan Video Pembelajaran Youtube Sebagai Media Pembelajaran Daring untuk Guru TK IT Bina Insan Qur’ani Garut. *Jurnal Pengabdian Masyarakat IPTEKS*, 7(2), 192–200. <https://doi.org/10.32528/jpmi.v7i2.4840>
- Suwarsono, R. M., & Muhid, A. (2020). Pengaruh Kegiatan Robotika Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Usia SD. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 6(1), 136–146. <https://doi.org/10.29407/jpdn.v6i1.14555>
- Tayal, S., Rao, H. P. G., Bhardwaj, S., & Aggarwal, H. (2020). Line Follower Robot: Design and Hardware Application. *2020 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, 10–13. <https://doi.org/10.1109/ICRITO48877.2020.9197968>
- Wahyudi, H. J., Rusdinar, A., & Hariyani, Y. S. (2015). Perancangan Dan Realisasi Robot Line Follower Untuk Pengangkut Sampah Otomatis (design And Realization Line Follower Robot For Automatic Garbage Carrier). *eProceedings of Applied Science*, 1(3), 2693–2700.

- Wulandari, N. (2012). *Pengembangan Paket Pelatihan Penegasan Konsep Diri Sosial Siswa SMP* [Skripsi, Universitas Negeri Malang].
- Wulandaru, N. A. (2015). *Analisis Pemahaman Konseptual Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Siswa Kelas X IPA SMAN 9 Malang* [Skripsi, Universitas Negeri Malang].
- Yuliandani, T. (2017). *Integrasi Kepentingan Stakeholder Dalam Pembangunan Berkelanjutan di Kabupaten Bojonegoro* [Skripsi, Universitas Airlangga].
- Zamisyak, O., Prayogo, S. I. Z. N. N. I., & Ahmad, B. S. (2016). Educational Multifunction Robot (Indobot) sebagai Robot Edukasi. *Pelita - Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, 11(1), 100–111.

