# PENINGKATAN LITERASI TEKNOLOGI KARANG TARUNA DESA TORONGREJO MELALUI PELATIHAN PENGENDALIAN MOTOR STEPPER BERBASIS ARDUINO

**Fithrizal Setiawan[1], Madya Budi Kusuma[2], Yostriawan[3], Muhammad Farid Ikhsan[4], Darmansyah Wijaya Putra[5], Subagyo[6]**

[123456] Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Angkatan Darat
E - mail : fithrizalsetiawan@poltekad.ac.id, madyabudikusuma@gmail.com , yostriawan1@gmail.com, faridikhsan877@gmail.com, dharmansyah10@gmail.com, subagyo@poltekad.ac.id

**Abstract**

*Technological literacy is a key skill for the younger generation in the age of automation, but young people in rural areas still have few chances to learn control systems firsthand. This community service program sought to strengthen the knowledge and basic skills of Karang Taruna members in Kota Batu in operating stepper motors with Arduino. Twenty participants took part in a training that comprised a pre-test, a lecture, an equipment demonstration, hands-on practice using a 28BYJ-48 stepper motor and a ULN2003 driver, a discussion session, and a post-test. The topics included the operating principle, types, characteristics, step angle, Arduino-based control, and applications of stepper motors. Participants' mean score improved from 52.4 to 86.7, a gain of 34.3 points (65.5%), with a normalized gain of 0.72 (high category). The maximum score climbed from 75 to 100 and the minimum from 30 to 70, and every participant successfully performed the 90°, 180°, and 360° rotation tests. These results suggest that a approach integrating conceptual explanation, demonstration, and direct practice is effective in enhancing technological literacy and fundamental automation skills, although continued mentoring remains necessary.*

***Keywords:*** *stepper motor, Arduino, ULN2003, technological literacy, community service*

**Abstrak**

Literasi teknologi adalah kemampuan kunci bagi generasi muda di tengah perkembangan otomasi, tetapi pemuda di pedesaan masih memiliki sedikit peluang untuk mempelajari sistem kendali secara langsung. Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk memperkuat pengetahuan dan keterampilan dasar anggota Karang Taruna Kota Batu dalam mengoperasikan motor stepper menggunakan Arduino. Pelatihan ini diikuti oleh 20 peserta dengan rangkaian kegiatan berupa pre-test, penyampaian materi, demonstrasi peralatan, praktik langsung memakai motor stepper 28BYJ-48 dan driver ULN2003, sesi diskusi, dan post-test. Materi yang dibahas meliputi prinsip kerja, jenis, karakteristik, sudut langkah (step angle), pengendalian berbasis Arduino, serta penerapan motor stepper. Rata-rata nilai peserta naik dari 52,4 menjadi 86,7, yaitu bertambah 34,3 poin (65,5%) dengan N-Gain 0,72 (kategori tinggi). Skor maksimum meningkat dari 75 menjadi 100 dan skor minimum dari 30 menjadi 70, sementara seluruh peserta berhasil melakukan uji putaran 90°, 180°, dan 360°. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan yang mengintegrasikan penjelasan konsep, demonstrasi, dan praktik langsung efektif dalam meningkatkan literasi teknologi dan keterampilan dasar otomasi, walaupun pendampingan berkelanjutan tetap dibutuhkan.

***Kata kunci:*** *motor stepper, Arduino, ULN2003, literasi teknologi, pengabdian masyarakat*

## 1. PENDAHULUAN

Literasi teknologi menjadi salah satu kemampuan dasar yang perlu dimiliki generasi muda pada era industri 4.0, ketika otomasi dan sistem berbasis mikrokontroler kian sering ditemui, mulai dari peralatan rumah tangga dan pertanian hingga industri manufaktur [1]. Sebagai organisasi kepemudaan di tingkat desa, Karang Taruna memiliki peran strategis dalam membangun budaya belajar teknologi di lingkungannya, karena anggotanya berada pada usia produktif dan relatif cepat menyerap pengetahuan baru. Akan tetapi, peluang anggota Karang Taruna Desa Torongrejo untuk mengenal perangkat kendali elektronik secara langsung masih terbatas, baik akibat kurangnya akses pelatihan maupun adanya anggapan bahwa bidang ini hanya dapat dipelajari oleh orang berlatar belakang teknik.

Arduino adalah platform mikrokontroler open-source yang ramah bagi pemula, sebab perangkat kerasnya murah, lingkungan pemrogramannya (Arduino IDE) mudah digunakan, dan pustaka pendukungnya tersedia melimpah [2] [3]. Salah satu aktuator yang paling lazim dipadukan dengan Arduino dalam pembelajaran sistem kendali adalah motor stepper, yaitu motor listrik yang bergerak dalam langkah sudut yang tetap pada setiap pulsa listrik yang diterimanya [4] [5]. Karena posisi poros dapat diketahui dari jumlah pulsa yang diberikan, motor stepper memungkinkan kendali posisi yang presisi tanpa memerlukan sensor umpan balik pada banyak aplikasi [6].

Motor stepper banyak dimanfaatkan pada printer 3D, mesin CNC, robot, konveyor, dan beragam sistem otomasi lainnya [7] [8] [9]. Namun demikian, konsep dasarnya, seperti step angle, hubungan antara jumlah pulsa dan sudut putaran, serta fungsi rangkaian driver, kerap sulit dipahami pemula bila hanya dijelaskan secara teori. Pemahaman akan lebih mudah terbentuk ketika peserta dapat merakit, memprogram, dan melihat langsung perputaran poros motor [1]. Motor stepper 28BYJ-48 beserta modul driver ULN2003 dipilih sebagai media pelatihan karena beroperasi pada tegangan 5 V yang aman bagi pemula, berharga terjangkau, dan dapat dikendalikan langsung dari papan Arduino Uno [10] [11].

Kegiatan ini bertujuan meningkatkan literasi teknologi anggota Karang Taruna Desa Torongrejo melalui pelatihan pengendalian motor stepper berbasis Arduino. Cakupannya meliputi pemahaman prinsip kerja motor stepper, konsep step angle, penggunaan driver ULN2003, dan keterampilan dasar memprogram Arduino untuk mengatur sudut putaran motor, sekaligus menjadi langkah awal untuk memperkuat keterampilan otomasi dan sistem kendali di tingkat desa.

## 2. METODELOGI PELAKSANAAN

### 2.1 Khalayak Sasaran dan Waktu Pelaksanaan

Sasaran kegiatan ini adalah 20 anggota Karang Taruna Desa Torongrejo yang berada pada rentang usia remaja akhir hingga dewasa muda, dengan latar belakang sebagai pelajar, mahasiswa, wirausaha muda, dan pekerja. Karena sebagian besar peserta belum pernah memprogram mikrokontroler, materi disusun secara bertahap mulai dari konsep yang paling mendasar. Sebelum kegiatan berlangsung, tim melakukan survei ke sekretariat Karang Taruna untuk memastikan ketersediaan ruangan, stop kontak, meja kerja, dan penerangan, sekaligus berkoordinasi dengan pengurus terkait jadwal pelaksanaan dan jumlah peserta. Pelatihan diselenggarakan secara tatap muka dalam satu hari dengan waktu efektif sekitar lima jam, meliputi sesi pembukaan, pemaparan materi, demonstrasi, praktik secara berkelompok, dan evaluasi.

### 2.2 Alat dan Bahan

1. Papan Arduino Uno R3 beserta kabel USB tipe A–B (lima unit, satu unit untuk setiap kelompok praktik).
2. Motor stepper 28BYJ-48 (5 V) beserta modul driver ULN2003 (lima set).
3. Kabel jumper *female-to-female* untuk menghubungkan pin Arduino dengan modul ULN2003 (Gambar 1).
4. Laptop dengan Arduino IDE dan pustaka Stepper.h, serta proyektor untuk demonstrasi program dan alur kerja (Gambar 2).
5. Busur derajat dan stiker penanda untuk menandai posisi awal dan akhir poros motor selama pengujian.
6. Bahan tayang (slide), modul pelatihan, lembar panduan praktik, serta lembar soal *pre-test* dan *post-test*.

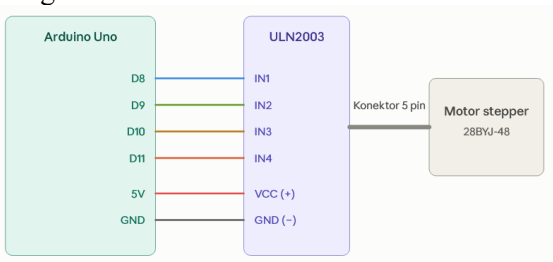
### 2.3 Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan pelatihan ini berjalan melalui sepuluh tahap, yakni (1) survei lokasi, (2) penyiapan alat dan bahan, (3) penyusunan materi, (4) pre-test, (5) penyampaian materi, (6) demonstrasi alat, (7) praktik langsung oleh peserta, (8) diskusi dan tanya jawab, (9) post-test, dan (10) evaluasi kegiatan. Pada masa persiapan, tim terlebih dahulu mencoba semua perangkat beserta program contoh untuk memastikan semuanya bekerja dengan baik sebelum dibawa ke Desa Torongrejo. Setelah itu, tim merumuskan materi yang mencakup definisi, jenis, dan karakteristik motor stepper, konsep step angle, spesifikasi motor 28BYJ-48, driver ULN2003, fungsi Arduino, serta contoh penerapannya di kehidupan nyata.

Saat kegiatan berlangsung, peserta mengawali sesi dengan mengerjakan pre-test guna mengukur pemahaman awal mereka. Selanjutnya, instruktur menyampaikan materi lewat ceramah interaktif disertai demonstrasi alat. Peserta lalu dikelompokkan menjadi lima tim, masing-masing terdiri atas empat orang, untuk melakukan praktik. Rangkaian kegiatan diakhiri dengan diskusi, post-test, dan evaluasi. Uraian langkah teknis pada tahap (6) dan (7) dipaparkan sebagai berikut.

#### 2.3.1 Langkah-Langkah Perakitan dan Pengkabelan Motor Stepper

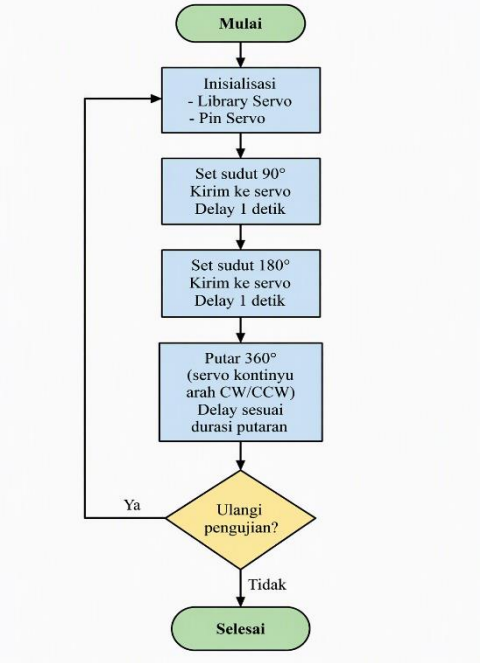
1. Instruktur mengenalkan komponen yang dipakai beserta fungsinya masing-masing, yaitu Arduino Uno, motor stepper 28BYJ-48, modul ULN2003, kabel jumper, dan kabel USB, lalu membagikan satu set komponen kepada tiap kelompok.
2. Sebelum perakitan dimulai, peserta mencabut kabel USB Arduino dari laptop untuk mencegah korsleting selama proses pengkabelan.
3. Konektor lima pin motor dicolokkan ke soket modul ULN2003 dengan menyesuaikan arah kunci konektor agar posisinya tidak terbalik.
4. Pin IN1, IN2, IN3, dan IN4 pada modul ULN2003 disambungkan secara berurutan ke pin digital 8, 9, 10, dan 11 Arduino Uno memakai kabel jumper.
5. Sebagai sumber daya, pin VCC (+) dan GND (−) modul ULN2003 disambungkan ke pin 5V dan GND Arduino, seperti terlihat pada Gambar 1.
6. Tiap kelompok mencocokkan rangkaian yang telah dibuat dengan diagram pada Gambar 1, kemudian instruktur memeriksanya sebelum daya dinyalakan.
7. Stiker penanda ditempelkan pada poros keluaran motor sebagai titik acuan posisi awal (0°), setelah itu Arduino dihubungkan ke laptop dengan kabel USB.




Gambar 1. Diagram pengkabelan Arduino Uno, modul ULN2003, dan motor stepper 28BYJ-48

#### 2.3.2 Langkah-Langkah Pemrograman dan Pengujian Putaran Motor

1. Peserta menjalankan Arduino IDE, menentukan papan Arduino Uno beserta port yang digunakan, kemudian menulis program dengan pustaka Stepper.h. Isinya berupa konstanta stepsPerRevolution = 2048, pembuatan objek Stepper(2048, 8, 10, 9, 11), dan pengaturan kecepatan putar lewat setSpeed(10) sebesar 10 rpm.
2. Program dikompilasi dan diunggah ke Arduino, sedangkan instruktur menguraikan alur kerja program seperti pada Gambar 2.
3. Peserta melakukan tiga uji putaran secara berurutan, yakni 90° (step(512)), 180° (step(1024)), dan 360° (step(2048)), dengan jeda dua detik antaruji. Setelah itu, posisi akhir poros ditandai pada stiker penanda.
4. Peserta mengukur sudut hasil pengamatan memakai busur derajat, lalu membandingkannya dengan sudut teoretis dan mencatat selisihnya. Kemungkinan penyebab perbedaan tersebut dibahas bersama sebagai bahan evaluasi hasil pengujian.




Gambar 2. Diagram alir program pengujian putaran 90°, 180°, dan 360° pada Arduino

### 2.4 Instrumen Evaluasi Pemahaman Peserta

Keberhasilan pelatihan diukur menggunakan instrumen berupa tes tertulis yang disusun tim pelaksana dan diberikan dua kali, yaitu sebelum pelatihan dimulai (pre-test) dan setelah seluruh kegiatan berakhir (post-test). Masing-masing tes memuat 10 butir soal berbentuk pilihan ganda dan uraian singkat dengan rentang skor 0–100, serta dirancang dengan tingkat kesulitan yang sebanding. Soal-soal tersebut dibagi ke dalam enam indikator utama, yakni: (1) prinsip kerja motor stepper, (2) konsep step angle, (3) perhitungan sudut putaran, (4) penggunaan driver ULN2003, (5) pengendalian motor stepper dengan Arduino, dan (6) penerapan motor stepper pada sistem otomasi.

Analisis data dilakukan secara deskriptif melalui perhitungan rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, selisih rata-rata, dan persentase peningkatan = (rata-rata post-test − rata-rata pre-test) ÷ rata-rata pre-test × 100%. Besar peningkatan juga dinyatakan dengan normalized gain (N-Gain) = (rata-rata post-test − rata-rata pre-test) ÷ (100 − rata-rata pre-test), yang dikategorikan tinggi (N-Gain ≥ 0,70), sedang (0,30–0,69), dan rendah (< 0,30). Selain itu, tingkat kehadiran, antusiasme, dan kemampuan praktik peserta didokumentasikan melalui daftar hadir dan lembar observasi sepanjang kegiatan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Penyampaian Materi Motor Stepper dan Konsep Step Angle

Pada sesi penyampaian materi, peserta lebih dulu dikenalkan dengan definisi motor stepper. Motor stepper adalah motor listrik tanpa sikat (brushless) yang menerjemahkan pulsa listrik digital menjadi gerakan poros dalam langkah sudut yang tetap dan terukur [4] [5]. Cara kerjanya adalah mengalirkan arus secara bergiliran ke belitan stator menurut urutan tertentu, sehingga medan magnet stator berpindah dari satu kutub ke kutub berikutnya dan rotor bermagnet mengikutinya langkah demi langkah. Setiap pulsa menghasilkan satu langkah, sehingga arah putaran bergantung pada urutan pengaliran arus ke belitan, sementara kecepatan bergantung pada frekuensi pulsa. Fungsi utama motor stepper meliputi penentuan posisi poros secara tepat, pengaturan kecepatan putar secara digital, dan penahanan posisi ketika motor tidak berputar. Agar lebih mudah dipahami, instruktur memberikan analogi jarum detik jam yang bergeser satu tanda setiap detik.

Materi selanjutnya membahas tiga jenis motor stepper. Permanent Magnet (PM) Stepper Motor berotor magnet permanen, sehingga torsinya baik pada kecepatan rendah, sudut langkahnya relatif besar (umumnya 7,5° sampai 15°), dan harganya murah, seperti motor 28BYJ-48 yang dipakai dalam praktik. Variable Reluctance (VR) Stepper Motor berotor besi lunak bergerigi tanpa magnet permanen; responsnya cepat dan sudut langkahnya kecil, tetapi torsinya rendah dan tidak mampu menahan posisi saat belitan tidak dialiri arus. Hybrid Stepper Motor memadukan kedua prinsip tersebut sehingga sudut langkahnya kecil (1,8° atau 0,9°), torsinya tinggi, dan akurasinya baik, sehingga paling sering dipakai pada peralatan presisi [4] [6].

Setelah itu, peserta mempelajari lima karakteristik utama motor stepper. Pertama, torsi, yakni kemampuan memutar atau menahan beban, yang terbagi menjadi torsi penahan (holding torque) dan torsi dinamis, di mana torsi dinamis cenderung turun saat kecepatan naik. Kedua, akurasi posisi, yaitu

seberapa dekat posisi poros dengan target; pada motor stepper kesalahan ini tidak menumpuk dari satu langkah ke langkah berikutnya selama tidak ada langkah yang terlewat. Ketiga, resolusi, yang ditentukan oleh banyaknya langkah per putaran dan dapat ditingkatkan dengan mode half-step atau microstepping [7]. Keempat, kecepatan putaran yang sebanding dengan frekuensi pulsa, yaitu n (rpm) = f × θ ÷ 6 dengan f dalam Hz dan θ dalam derajat. Kelima, konsumsi daya yang relatif konstan karena belitan tetap dialiri arus untuk menahan posisi meskipun motor diam, sehingga motor dan driver bisa menjadi hangat.

Konsep inti dalam pelatihan ini adalah step angle (θ), yaitu besar sudut putaran poros pada setiap satu langkah atau satu pulsa. Karena satu putaran penuh sebesar 360°, jumlah langkah per putaran dihitung dengan N = 360° ÷ θ, sedangkan sudut total setelah n pulsa adalah α = n × θ, atau sebaliknya n = α ÷ θ. Bersama instruktur, peserta menghitung tiga contoh: motor 1,8° dengan N = 360 ÷ 1,8 = 200 langkah, motor 0,9° dengan N = 360 ÷ 0,9 = 400 langkah, dan motor 7,5° dengan N = 360 ÷ 7,5 = 48 langkah per putaran. Hasil perhitungan tersebut, bersama nilai untuk motor 28BYJ-48, diringkas pada Tabel 1.

| Tipe Motor | Sudut Langkah | Perhitungan | Langkah |
|---|---|---|---|
| Motor 1,8° | 1,8° | 360° ÷ 1,8° | 200 Langkah |
| Motor 0,9° | 0,9° | 360° ÷ 0,9° | 400 Langkah |
| Motor 7,5° | 7,5° | 360° ÷ 7,5° | 48 Langkah |
| 28BYJ-48 (*full-step*, poros keluaran) | ≈ 0,176° | (360° ÷ 11,25°) × 64 | 2048 Langkah |
| 28BYJ-48 (*half-step*, poros keluaran) | ≈ 0,088° | (360° ÷ 5,625°) × 64 | 4096 Langkah |

Tabel 1. Perhitungan step angle

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin kecil step angle, semakin banyak pulsa yang dibutuhkan untuk satu putaran penuh, dan semakin halus pula resolusi putarannya. Hubungan antara jumlah pulsa dan sudut putaran diperagakan melalui contoh putaran 90°: motor 1,8° membutuhkan 90 ÷ 1,8 = 50 pulsa, motor 0,9° membutuhkan 90 ÷ 0,9 = 100 pulsa, dan motor 7,5° membutuhkan 90 ÷ 7,5 = 12 pulsa. Adapun pada motor 28BYJ-48 yang dijalankan dalam mode full-step, putaran 90° memerlukan 512 pulsa, putaran 180° memerlukan 1024 pulsa, dan putaran 360° memerlukan 2048 pulsa. Perhitungan ini selanjutnya dipakai peserta pada sesi praktik.

### 3.2 Hasil Demonstrasi dan Praktik Pengendalian Motor Stepper 28BYJ-48

Pada sesi demonstrasi, instruktur mengenalkan motor stepper 28BYJ-48. Menurut lembar data produsen [11], motor ini bertipe unipolar empat fasa dengan lima kabel, bekerja pada 5 V DC, berhambatan belitan sekitar 50 Ω, dan bertorsi sekitar 34,3 mN·m. Gearbox reduksi 1:64 membuat poros keluaran berputar lebih lambat tetapi bertorsi lebih besar. Pada mode full-step, rotor bergerak 32 langkah per putaran (11,25° per langkah), sehingga setelah reduksi poros keluaran menghasilkan 2048 langkah per putaran dengan resolusi ≈ 0,176°. Pada mode half-step, jumlahnya menjadi 4096 langkah dengan resolusi ≈ 0,088°. Motor ini unggul pada harga yang murah, tegangan kerja yang rendah, torsi yang cukup besar berkat gearbox, dan resolusi yang halus. Kelemahannya adalah kecepatan yang rendah (belasan rpm), adanya backlash pada gearbox, dan torsi terbatas sehingga tidak cocok untuk beban berat.

Peserta juga dikenalkan dengan modul driver ULN2003, yang berisi IC ULN2003A berupa tujuh pasang transistor Darlington dengan arus kolektor maksimum sekitar 500 mA per kanal serta dioda peredam tegangan balik [10]. Driver ini diperlukan karena pin Arduino hanya mampu memberi arus sekitar 20 mA, sedangkan belitan motor membutuhkan arus yang jauh lebih besar. Sinyal HIGH pada input IN1–IN4 menyalakan transistor yang bersesuaian sehingga arus dari catu daya mengalir ke belitan, dan empat LED pada modul menunjukkan belitan yang sedang aktif.

Dengan begitu, Arduino bertugas mengirim sinyal logika, sedangkan ULN2003 menyediakan arus daya bagi motor.

Arduino Uno berbasis ATmega328P berperan sebagai pengendali utama sistem [2] [12]. Program menentukan jumlah langkah dan kecepatan, lalu Arduino mengeluarkan urutan sinyal HIGH–LOW pada pin 8 sampai 11, yang diperkuat ULN2003 untuk mengalirkan arus ke belitan sehingga rotor bergerak satu langkah pada setiap perubahan urutan. Pustaka Stepper.h mengatur urutan energisasi tersebut, jadi peserta hanya perlu menetapkan jumlah langkah dan kecepatan. Pada 10 rpm dengan 2048 langkah per putaran, frekuensi pulsanya f = 10 × 2048 ÷ 60 ≈ 341 Hz, sehingga putaran 90°, 180°, dan 360° masing-masing memakan waktu sekitar 1,5; 3; dan 6 detik.

Pada sesi praktik, seluruh peserta (20 orang) terlibat aktif dalam lima kelompok. Semua kelompok dapat mengenali komponen beserta fungsinya dan menyelesaikan perakitan dalam 15–25 menit. Empat kelompok berhasil menjalankan motor pada percobaan pertama, sedangkan satu kelompok mendapati motor hanya bergetar karena urutan pin IN2 dan IN3 tertukar. Kelompok itu memperbaikinya setelah instruktur menjelaskan kaitan urutan energisasi belitan dengan urutan pin pada program Stepper(2048, 8, 10, 9, 11), sehingga kendala ini justru memperdalam pemahaman prinsip kerja motor stepper. Selain itu, satu laptop memerlukan pemasangan driver port serial agar papan Arduino terbaca oleh Arduino IDE.

Pada pengujian putaran, semua kelompok berhasil memutar poros sebesar 90° (512 langkah), 180° (1024 langkah), dan 360° (2048 langkah). Hasil pengukuran dengan busur derajat menunjukkan selisih terhadap sudut teoretis tidak lebih dari sekitar 3°, yang dikaitkan dengan ketebalan penanda, ketelitian pembacaan visual, dan backlash gearbox. Pada pengujian 360°, poros kembali tepat ke penanda awal di semua kelompok. Pada sesi evaluasi, 18 dari 20 peserta (90%) mampu menjelaskan hubungan jumlah pulsa dengan sudut putaran dan menghitung sendiri jumlah langkah untuk sudut lain, misalnya 45° yang memerlukan 256 langkah.

### 3.3 Hasil Diskusi, Kelebihan–Kekurangan, dan Aplikasi Motor Stepper

Sesi diskusi dan tanya jawab berjalan aktif. Peserta menanyakan perbedaan motor stepper dengan motor DC dan servo, alasan motor 28BYJ-48 butuh 2048 langkah per putaran padahal sudut langkah rotornya 11,25°, penyebab motor bergetar saat urutan kabel salah, serta cara meningkatkan torsi untuk beban yang lebih berat. Instruktur menjelaskan bahwa motor stepper menggerakkan poros berdasarkan jumlah pulsa tanpa sensor posisi, sedangkan motor DC memerlukan sensor untuk mengetahui posisinya. Angka 2048 diperoleh dari perkalian jumlah langkah rotor dengan rasio gearbox, dan beban yang lebih berat memerlukan motor hybrid dengan driver berarus lebih besar.

Peserta juga merumuskan kelebihan dan kekurangan motor stepper. Kelebihannya meliputi kendali posisi yang presisi tanpa umpan balik, konstruksi tanpa sikat yang lebih awet, kemampuan menahan posisi saat diam, kemudahan dikendalikan secara digital, respons start–stop–reverse yang cepat, dan harga yang relatif murah [6]. Kekurangannya meliputi konsumsi daya dan panas yang tetap tinggi saat diam, torsi yang menurun pada kecepatan tinggi, kerentanan terhadap getaran dan resonansi, serta risiko kehilangan langkah tanpa disadari saat beban melebihi torsi motor karena tidak ada umpan balik posisi [4] [7].

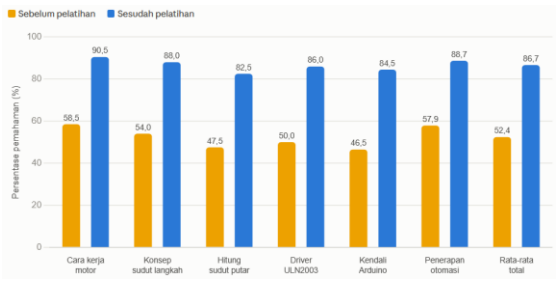
Diskusi ditutup dengan pembahasan aplikasi motor stepper dan gagasan pemanfaatannya di desa. Motor stepper dipakai pada printer 3D untuk menggerakkan sumbu X, Y, Z dan ekstruder, pada mesin CNC untuk menggerakkan pahat sesuai lintasan program, serta pada robot untuk sendi lengan dan penggerak roda [8] [9]. Pada sistem otomasi, motor ini digunakan untuk pemberi pakan, tirai atau pintu otomatis, dan mesin pengisi. Motor stepper juga dipakai pada konveyor untuk memindahkan benda pada jarak yang tepat dan pada tracker antena untuk mengatur sudut azimut dan elevasi. Beberapa peserta mengusulkan penerapan sederhana, seperti pemberi pakan ikan dan tirai penjemur otomatis, yang menunjukkan mulai tumbuhnya kemampuan mengaitkan konsep dengan kebutuhan sekitar.

### 3.4 Hasil Evaluasi Pemahaman Peserta (Pre-Test dan Post-Test)

Selain dari hasil praktik, keberhasilan pelatihan juga dinilai dari perubahan pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan. Pada pre-test, 20 peserta memperoleh nilai rata-rata 52,4, dengan nilai tertinggi 75 dan terendah 30. Pada post-test, rata-rata naik menjadi 86,7, dengan nilai tertinggi 100 dan terendah 70. Perbandingan persentase pemahaman peserta pada enam indikator yang dinilai ditampilkan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

| Aspek Pemahaman | Sebelum Pelatihan (%) | Sesudah Pelatihan (%) | Kenaikan (poin) |
|---|---|---|---|
| Cara kerja motor stepper | 58,5 | 90,5 | +32,0 |
| Konsep sudut langkah (*step angle*) | 54,0 | 88,0 | +34,0 |
| Perhitungan sudut putaran | 47,5 | 82,5 | +35,0 |
| Penggunaan driver ULN2003 | 50,0 | 86,0 | +36,0 |
| Pengendalian motor stepper dengan Arduino | 46,5 | 84,5 | +38,0 |
| Penerapan pada sistem otomasi | 57,9 | 88,7 | +30,8 |
| **Rata-rata keseluruhan** | **52,4** | **86,7** | **+34,3** |

Tabel 2. Perbandingan persentase pemahaman peserta sebelum dan sesudah pelatihan (N=20 peserta)




Gambar 3. Grafik perbandingan pemahaman peserta pre-test dan post-test per indikator

Data pada Tabel 2 menunjukkan rata-rata pemahaman peserta naik 34,3 poin (86,7 − 52,4), dari 52,4 (kategori cukup) pada pre-test menjadi 86,7 (kategori tinggi) pada post-test. Persentase kenaikannya sebesar (34,3 ÷ 52,4) × 100% ≈ 65,5%, dengan N-Gain = 34,3 ÷ (100 − 52,4) = 34,3 ÷ 47,6 ≈ 0,72, yang termasuk kategori tinggi. Nilai tertinggi naik 25 poin (75 menjadi 100) dan nilai terendah naik 40 poin (30 menjadi 70), sehingga rentang nilai menyempit dari 45 menjadi 30 poin. Hal ini menandakan bahwa peserta dengan pemahaman awal paling rendah mendapat manfaat terbesar, dan seluruh peserta mencapai nilai minimal 70 setelah pelatihan. Berdasarkan indikator, kenaikan tertinggi terjadi pada pengendalian motor stepper dengan Arduino (+38,0 poin), yang semula bernilai paling rendah (46,5), sehingga praktik langsung terbukti efektif membangun keterampilan yang belum dimiliki peserta.

Kenaikan pada penggunaan driver ULN2003 (+36,0), perhitungan sudut putaran (+35,0), dan konsep step angle (+34,0) menunjukkan bahwa penjelasan bertahap, mulai dari rumus dan contoh hitungan hingga pengujian langsung, membantu peserta memahami hubungan antara pulsa dan sudut putaran. Prinsip kerja motor stepper naik +32,0 poin dan mencapai nilai post-test tertinggi (90,5), sedangkan penerapan pada sistem otomasi naik paling kecil (+30,8) karena sebelum pelatihan peserta sudah mengenal peralatan seperti printer 3D dan mesin CNC (nilai awal 57,9). Adapun perhitungan sudut putaran memiliki nilai post-test terendah (82,5), yang wajar karena indikator ini menuntut kemampuan berhitung sekaligus pemahaman konsep, sehingga layak menjadi fokus penguatan pada pelatihan lanjutan.

### 3.5 Evaluasi Pelaksanaan Pelatihan

Secara keseluruhan, kegiatan berlangsung lancar dan sesuai rencana. Seluruh peserta hadir (20 dari 20 peserta terdaftar atau 100%) dan mengikuti rangkaian kegiatan dari awal sampai akhir. Antusiasme peserta tinggi, terlihat dari keaktifan mereka bertanya, kesediaan bergantian merakit dan memprogram dalam kelompok, serta keinginan mencoba variasi program, seperti mengubah jumlah langkah dan kecepatan putar. Beberapa peserta

bahkan mampu menjelaskan ulang dengan bahasa sendiri bahwa "setiap pulsa menghasilkan satu langkah sudut, sehingga besar putaran dapat dihitung dari banyaknya pulsa", yang menandakan pemahaman konsep dasar sudah tercapai.

Kendala yang dihadapi mencakup waktu praktik yang terbatas, perbedaan kemampuan dasar komputer antarpeserta, kesalahan urutan pengkabelan pada satu kelompok, dan kebutuhan memasang driver port serial pada satu laptop, sehingga pendampingan individual masih diperlukan saat praktik. Sebagai tindak lanjut, disarankan pelatihan lanjutan yang meliputi pengaturan arah dan kecepatan dengan tombol atau sensor, pemakaian driver motor yang lebih kuat untuk motor hybrid, serta pembentukan kelompok belajar Karang Taruna dengan pendampingan dari tim pengabdian.

## 4. KESIMPULAN

1. Pelatihan pengendalian motor stepper berbasis Arduino yang menggabungkan penyampaian materi, demonstrasi alat, dan praktik langsung terbukti efektif dalam meningkatkan literasi teknologi anggota Karang Taruna Desa Ngijo, terutama bagi peserta yang sebagian besar tidak memiliki latar belakang pendidikan teknik.
2. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata peserta meningkat dari 52,4 pada pre-test menjadi 86,7 pada post-test, dengan kenaikan sebesar 34,3 poin atau 65,5%. Nilai N-Gain sebesar 0,72 termasuk dalam kategori tinggi. Selain itu, nilai tertinggi meningkat dari 75 menjadi 100, sedangkan nilai terendah meningkat dari 30 menjadi 70.
3. Peningkatan pemahaman peserta terlihat pada seluruh indikator yang dievaluasi, meliputi prinsip kerja motor stepper, konsep step angle, perhitungan sudut putaran, fungsi driver ULN2003, pengendalian motor stepper menggunakan Arduino, serta penerapannya dalam sistem otomasi. Peningkatan terbesar terjadi pada aspek pengendalian motor stepper berbasis Arduino.
4. Seluruh kelompok berhasil merakit rangkaian Arduino–ULN2003–28BYJ-48, mengunggah program, dan melakukan pengujian putaran pada sudut 90°, 180°, dan 360° sesuai dengan perhitungan teoretis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan mampu meningkatkan keterampilan praktis peserta dalam bidang otomasi dan sistem kendali. Oleh karena itu, kegiatan serupa perlu dikembangkan dan didukung dengan pendampingan berkelanjutan agar kompetensi peserta semakin meningkat.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian dalam hal ini kelompok 23 menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Angkatan Darat atas dukungan fasilitas yang diberikan selama kegiatan berlangsung. Apresiasi juga disampaikan kepada pengurus Karang Taruna dan perangkat Desa Ngijo atas izin, dukungan, serta koordinasi dalam pelaksanaan kegiatan. Selain itu, tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada seluruh peserta pelatihan atas partisipasi aktif dan antusiasme yang turut mendukung kelancaran serta keberhasilan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

## 6. REFERENSI

[1] C. L. C. Bual and R. C. Bual, "Evaluation of the Developed Stepper Motor Control Lab for Undergrad Microcontroller-Robotics Education," International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), vol. 15, no. 7, pp. 85–102, 2025, doi: 10.3991/ijep.v15i7.57453:

[2] B. Gunawan, D. Hamdani, I. Setiawan, and H. A. Lora, "Arduino Training for High School Students: Improving Technology Literacy and Creativity in the Digital Age," Aktual: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, vol. 3, no. 3, pp. 141–148, 2025, doi: 10.58723/aktual.v3i3.476.

[3] I. Winarno et al., "Embedded System Training Based on Arduino to Improve Software Programming Knowledge for Vocational Students," Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang, vol. 7, no. 4, 2022, doi: 10.26905/abdimas.v7i4.8039.

[4] D. F. Budiman, I. K. Wiryajati, and D. Alhabsyi, "Peningkatan Literasi Teknologi melalui Sosialisasi dan Pelatihan Pemrograman Arduino di SMPN 6 Mataram," Jurnal Bakti Nusa,

vol. 5, no. 2, pp. 56–62, 2024, doi: 10.29303/baktinusa.v5i2.133.

[5] R. S. A. Ananingtyas, R. E. Sakti, M. H. Hakim, and F. N. Putra, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino pada Pembelajaran STEM dalam Meningkatkan Literasi Sains dan Digital," Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual, vol. 7, no. 1, p. 178, 2022, doi: 10.28926/briliant.v7i1.795.

[6] A. Arisandi, "Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino pada Aplikasi Wahana Terbang," Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer, vol. 3, no. 2, pp. 114–117, 2016, doi: 10.36055/setrum.v3i2.507.

[7] P.-S. Tsai, T.-F. Wu, J.-Y. Chen, and P.-T. Teng, "Micro-Stepping Motor for Instrument Panel Using PWM Drive Method," *Processes*, vol. 11, no. 2, p. 329, 2023, doi: 10.3390/pr11020329.

[8] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO," Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.712.

[9] K. Kasiyanto, A. Aripriharta, D. Widiatmoko, D. Irmanto, and M. Cahyo Bagaskoro, "Hostage Liberation Operations using Wheeled Robots Based on LIDAR (Light Detection and Ranging) Sensors," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 23, no. 2, pp. 243–258, 2024, doi: 10.30812/matrik.v23i2.3493.

[10] A. Wahab, J. Junaedi, and M. Azhar, "Efektivitas Pembelajaran Statistika Pendidikan Menggunakan Uji Peningkatan N-Gain di PGMI," Jurnal Basicedu, vol. 5, no. 2, pp. 1039–1045, 2021, doi: 10.31004/basicedu.v5i2.845.

[11] R. R. Hake, "Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses," American Journal of Physics, vol. 66, no. 1, pp. 64–74, 1998, doi: 10.1119/1.18809.

[12] Texas Instruments, "ULN200x, ULQ200x High-Voltage, High-Current Darlington Transistor Arrays," Datasheet, Rev. T, 2025.