

Rancang Bangun Alat Penentu Momen Gaya Berbasis Arduino

Edwin Maulana Saputra^{1*}, DandanLuhur Saraswati

^{1*}Pendidikan Fisika Universitas Indraprasta PGRI

Abstrak

Alat peraga dalam mengajar memiliki peranan penting sebagai alat bantu untuk menciptakan proses belajar mengajar yang efektif. Telah dilakukan perancangan alat peraga elektromagnetik pada motor listrik DC. Alat peraga yang telah dikembangkan bertujuan untuk menentukan arah, medan magnet, dan putaran yang bergerak pada motor listrik DC, dan mengetahui prinsip kerja elektromagnetik pada motor listrik DC. Perancangan alat peraga ini menggunakan beberapa komponen elektronika seperti motor listrik DC, Switch, adaptor, dan kabel konektor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Adapun prinsip kerja dari alat ini menggunakan prinsip elektromagnetik pada motor listrik DC dan menggunakan 3 buah magnet untuk menentukan medan magnet dan putaran yang bergerak. Hasil penelitian ini adalah motor bergerak searah jarum jam dengan menggunakan magnet 3 dengan posisi utara (+) dan selatan (-) dan motor bergerak berlawanan arah jarum jam, dengan menggunakan magnet 1 pada posisi selatan (+) dan magnet 2 pada posisi utara (-) sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan alat peraga elektromagnetik pada motor listrik DC mampu menentukan arah, medan magnet, dan putaran yang bergerak pada motor listrik DC.

Kata Kunci: alat peraga, elektromagnetik, listrik DC, medan magnet, metode eksperimen, motor bergerak, motor listrik.

1. PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan fisika dalam proses pembelajarannya membutuhkan pembuktian teori yang kreatif¹. Kegiatan kreatif mengandung perubahan arah. Saat dalam hal pencarian ide, kita berada pada posisi untuk menemukan ide, gagasan, pemecahan masalah, penyelesaian perkara atau cara kerja baru. Ketika jalan buntu merupakan titik akhir dari usaha kita dan segala hal yang telah kita lakukan, maka tiada kata lain berpikir secara kreatif adalah hal yang perlu dilakukan². Oleh sebab itu, melakukan kegiatan kreatif dalam proses pembelajaran fisika dapat mengasah kreativitas.

Kreativitas adalah menghasilkan sesuatu yang baru (inovatif) yang belum ada sebelumnya, mendatangkan hasil yang menarik, unik serta berguna dan dapat dimengerti^{3,4}. Berpikir kreatif dalam memecahkan suatu masalah akan menghasilkan suatu inovasi yang baru⁵. Pada pembuktian teori atau penetapan suatu hukum fisika dalam melakukan eksperimen dan pengembangan berdasarkan hipotesa yang dibuat oleh peneliti ini diharapkan dapat menghasilkan suatu ilmu pengetahuan baru. Peneliti saat ini lebih mengembangkan dan menginovasikan suatu produk fisika agar lebih efektif, efisien, ramah lingkungan dan murah. Atas dasar kreativitas manusia dapat menciptakan teknologi yang akan terus berkembang seiring zaman atau seringkali kita dengar dengan sebutan industri 4.0.

Istilah industri 4.0 pertama kali diperkenalkan pada tahun 2011 oleh lembaga Fraunhofer-Gesellschaft dan Pemerintah Federal Jerman sebagai istilah kolektif yang menyatukan berbagai pertukaran informasi, otomatisasi dan teknologi manufaktur. Pengembangan industri 4.0 adalah kombinasi dari *Internet of Things*, *Cyber-physical Systems* (CPS) dan *Internet of Services* yang bekerja satu sama lain dengan manusia dalam suatu sistem⁶. Industri 4.0 memanfaatkan sistem yang cepat dan menggunakan layanan internet untuk mencapai jangkauan yang lebih luas. Hal ini pun mempengaruhi pada bidang pedagogis.

Di era milenial seorang guru yang kreatif akan membuat pembelajaran fisika lebih menyenangkan, menarik, mudah diterima dan akhirnya akan meningkatkan motivasi peserta didik untuk mempelajari fisika lebih lanjut⁷. Sehingga dapat mengubah kesan peserta didik bahwa fisika itu sulit menjadi menarik dalam mempelajari materi fisika. Oleh sebab itu, guru dituntut lebih kreatif karena kreativitas guru dapat menginspirasi anak didiknya untuk lebih kreatif dalam segala bidang

khusus yang bersifat teknis untuk bidang yang berkaitan dengan keterampilan, menciptakan suatu karya yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari. Begitu pula menurut Budi Purwanto pada jurnalnya disarankan kepada para guru atau calon guru dapat mengembangkan kreativitas dan keterampilan memodifikasi, merancang, dan membuat alat media pembelajaran fisika sendiri dengan alat-alat yang sudah ada atau memanfaatkan alat-alat yang ada di pasaran disesuaikan dengan keperluan².

Pembelajaran fisika perlu didukung dengan bantuan alat praktikum dan alat peraga untuk menambah pemahaman peserta didik^{8,9}. Saat ini bidang fisika telah banyak pemanfaatan dari teknologi komputasi yang berguna dalam kehidupan¹⁰. Sebagai contohnya sebuah *platform microcontroller open source* yang mudah diakses dan relatif murah salah satunya ialah Arduino^{11,12}. Arduino adalah pengendali *micro single-board*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang sehingga dapat dikreasikan dan diterapkan dalam banyak bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*-nya menggunakan bahasa pemrograman C++ (<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>). Dengan memanfaatkan kreativitas menggunakan teknologi digitalisasi kita dapat membuat hal apapun yang dapat mempermudah kita^{13,14}.

Oleh sebab itu penulis ingin mengembangkan alat penentu momen gaya dengan alasan agar menutupi kekurangan pada alat penentu momen gaya konvensional yaitu masih berupa alat peraga dengan nilai ralat di atas 5%. Salah satu cara untuk meningkatkan ketelitian adalah dengan penggunaan sensor, sensor yang digunakan pada alat penentu momen gaya berupa sensor ultrasonik HC-SR04 dan *load cell* dengan beban maksimal 1kg yang dikombinasikan dengan modul HX711. Mikrokontroler Arduino perlu diprogram untuk mensinkronisasi dengan sensor yang ada, untuk melakukan komunikasi antara *input* dimana berupa sensor-sensor dengan mikrokontroler Arduino sebagai otak yang memproses dan mengkalkulasikan data, kemudian diteruskan ke *output* berupa layar LCD untuk menampilkan hasil dari proses perhitungan mikrokontroler Arduino. Setelah dirangkai alat penentu momen gaya perlu dikalibrasi untuk mendapatkan nilai awal nol. Berdasarkan uraian tersebut penulis mengambil judul “Rancang Bangun Alat Penentu Momen Gaya Berbasis Arduino”

2. BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu dengan merakit alat momen gaya berbasis Arduino. Berdasarkan desain yang telah dibuat, menggunakan Arduino mega dan ditambah beberapa sensor diantaranya sensor *ultrasonic* untuk mengukur jarak, serta yang terakhir adalah *load cell* sensor 1 kg untuk mengukur berat beban dengan maksimal beban 1 kg dan *modul Hx711* sebagai *amplifier* penguat sinyal hasil konversi *load cell* dari sinyal analog ke digital.

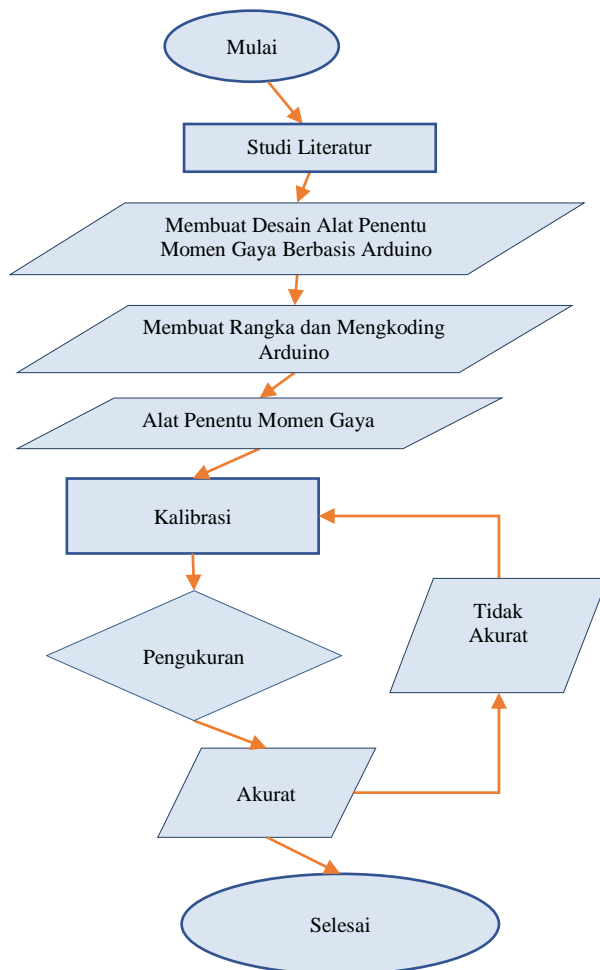
Pada eksperimen ini pengambilan data menggunakan pengukuran berulang untuk mendapatkan ketelitian dari alat penentu momen gaya berbasis Arduino. Data yang diambil oleh sensor merupakan data *floating* dimana artinya ialah data tersebut fluktuatif, oleh sebab itu menggunakan *command* untuk menghitung rata-rata dari data fluktuatif tersebut. Kemudian perhitungan akan diulang beberapa kali agar mendapatkan nilai simpangannya.

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat penentu momen gaya berbasis Arduino seperti terlihat pada tabel 1. Untuk alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dan desain alat pada gambar 2.

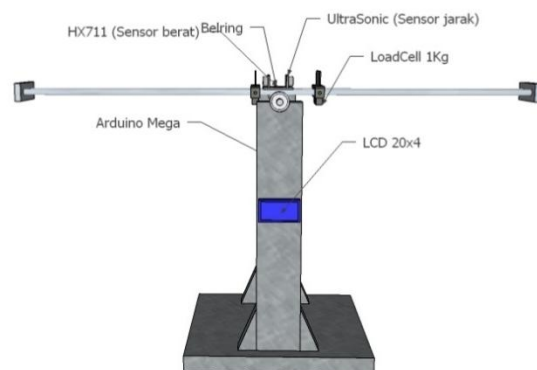
Tabel 1. Alat dan Bahan

Jenis	Merk	
Solder 220 Volt 60 Watt	Jakemy	
Obeng <i>Multisize</i>	Jakemy	
Laptop ASUS X455L Core I3 Gen 4th Ram 6GB HDD 250GB	ASUS	
Gergaji		
Bor		
Pinset	Jakemy	
<i>CNC Milling</i>		
Jenis	Merk	Jumlah
Palu		
Mikrokontroler Arduino <i>type</i> Mega ATmega 2560	Arduino	1

Sensor Ultrasonik	HC-SR04	2
Load cell 1 Kg		2
Modul Amplifier	HX711	2
LCD 20x4		1
I2C	Liquid Crystal	1
Kabel Jumper MtM, FtM, MtM		1 Meter
Kabel		2 Meter
Saklar Switch		1
Saklar Push		1
LED Hijau		1
LED Merah		1
Resistor 220 ohm		2
Timah		1 Meter
As Rod diameter 6 mm		2 Meter
Belring Lingkar dalam 6 mm		2
Hollow Aluminium		2 Meter
Skrup dan Mur		
Adaptor 9 Volt 2 Ampere		1



Gambar 1. Alur penelitian



Gambar 2. Alat penentu momen gaya tampak depan

3. HASILDANBAHASAN

Telah dihasilkan alat penentu momen gaya berbasis arduino. Berdasarkan percobaan menggunakan alat penentu momen gaya yang telah terkalibrasi, serta menggunakan benda secara acak yang tidak diketahui bebannya, pengukuran berulang dilakukan sebanyak 30 kali didapatkan hasil seperti tabel 2. Berdasarkan hasil penelitian apabila hasil perhitungan τ_1 bernilai negatif bahwa lengan A (lengan kiri) bergerak berlawanan arah jarum jam. Pada lengan B bernilai positif bergerak searah jarum jam. Hasil yang didapat adalah apabila $\tau_1 = \tau_2$ maka lengan alat penentu momen gaya dalam keadaan setimbang, $\tau_1 > \tau_2$ maka lengan alat penentu momen gaya akan bergerak berlawanan arah jarum jam,

ketika τ_2 lebih besar dari τ_1 maka lengan alat penentu momen gaya bergerak searah jarum jam.

Tabel 2. Hasil Percobaan

No	MA	FA = (MA . G)	sA	τ_1 (-)	MB	FB = (MB . G)	sB	τ_2 (+)
	Kg	N	m	Nm	Kg	N	m	Nm
1	0,00	0,02	0,40	0,01	0,00	0,03	0,40	0,01
2	0,18	1,58	0,13	0,21	0,09	1,26	0,18	0,23
3	0,18	1,58	0,19	0,30	0,23	2,08	0,18	0,37
4	0,14	1,30	0,29	0,38	0,38	3,38	0,15	0,51
5	0,16	1,42	0,33	0,47	1,01	5,54	0,21	1,16
6	0,58	5,18	0,22	1,14	1,00	5,44	0,27	1,47
7	0,60	5,41	0,21	1,14	0,42	3,75	0,29	1,09
8	0,36	3,22	0,34	1,09	0,86	7,70	0,18	1,39
9	0,37	3,30	0,40	1,32	1,26	11,34	0,18	2,04
10	0,45	4,02	0,36	1,45	1,26	11,34	0,18	2,04
11	0,37	3,29	0,20	0,66	0,07	0,61	0,31	0,19
12	0,37	3,30	0,37	1,22	0,56	5,01	0,30	1,50
13	0,57	5,12	0,30	1,54	0,61	5,48	0,30	1,64
14	0,57	5,10	0,33	1,68	0,70	6,26	0,30	1,88
15	0,45	4,10	0,36	1,48	0,71	6,38	0,30	1,91
16	0,45	4,09	0,38	1,55	0,76	6,86	0,30	2,06
17	0,54	4,82	0,36	1,74	0,90	8,09	0,28	2,27
18	0,54	4,82	0,36	1,74	0,93	8,42	0,28	2,36
19	0,76	6,85	0,32	2,19	0,94	8,42	0,29	2,44
20	0,83	7,49	0,26	1,95	0,93	8,39	0,25	2,10
21	0,83	7,48	0,23	1,72	0,93	8,38	0,21	1,76
22	0,00	0,03	0,12	0,00	0,00	0,03	0,14	0,00
23	0,06	0,53	0,12	0,06	0,01	0,08	0,14	0,01
24	0,06	0,50	0,23	0,12	0,27	2,45	0,14	0,34
25	0,07	0,67	0,32	0,21	0,33	2,93	0,20	0,59
26	0,18	1,58	0,27	0,43	0,32	2,92	0,20	0,58
27	0,20	1,76	0,27	0,48	0,40	3,56	0,20	0,71
28	0,39	3,51	0,36	1,26	0,62	5,54	0,29	1,61
29	0,69	6,20	0,22	1,36	0,61	5,50	0,23	1,27
30	0,70	6,29	0,35	2,20	0,70	6,31	0,38	2,40

Data yang ditampilkan pada LCD akan *flashing* untuk me-*refresh* data dan data yang diambil pada percobaan ini adalah data yang pertama kali muncul setelah lengan sudah stabil entah berlawanan arah jarum jam maupun searah ataupun setimbang. Data yang secara langsung tampil pada layar LCD dapat mempermudah guru menjelaskan sistem kerja alat penentu momen gaya yang mirip seperti kinerja jungkat-jungkit serta dapat memperagakan materi momentum gaya.

Mikrokontroler Arduino melakukan kalkulasi secara mandiri berdasarkan program yang telah diunggah, dengan menekan tombol tare atau melakukan *serial command* "t" yang artinya t pertama

untuk tare *load cell* lengan kiri atau lengan A dan t berikutnya untuk *load cell* lengan kanan atau lengan B fungsi tare untuk membuat perhitungan *load cell* dimulai dari 0. LED merah sebagai penanda *load cell* belum 0, hijau berarti *load cell* sudah 0. Apabila lampu LED hijau menyala lebih sering menandakan alat penentu momen gaya siap melakukan percobaan. pemrograman dilakukan *average read* sebanyak 20 kali oleh karena itu semakin banyak perhitungan berulang pada sensor misal pada sensor ultrasonik dilakukan perhitungan ulang sebanyak 20 kali dan menggunakan 2 buah sensor. Maka dari itu data yang tampil pada LCD akan *flashing* lebih lama untuk *me-refresh* data. *Database* yang ada pada Arduino adalah data gravitasi bumi 9,8 m/s. Percobaan yang dilakukan menggunakan beban secara acak agar beban yang ada lebih variatif. Alat ini membuktikan persamaan rumus dari $\tau_1 = \tau_2$.

Kedua lengan bergerak berlawanan arah beban dapat dipindahkan dari titik tumpu pusat ke titik tertentu dari 7 cm hingga 40 cm ini terjadi karena ada modul sensor ultrasonik dan jarak ideal untuk sensor ultrasonik mendeteksi benda di depannya. Untuk beban minimum bisa dimulai dari 50 g apabila kurang dari 50 g akan sulit melihat kemiringan lengan beban. Percobaan yang dilakukan dengan menghitung massa *harddisk* pada lengan A ($593,2 \pm 0,833$) g ketelitian yang didapat 99,99% dimana selisih dari hasil timbangan digital sebesar 0,5 g, pada lengan B massanya ($592,7 \pm 1,300$) g ketelitian yang didapat 99,99% dengan selisih 0 g. Saat menghitung massa dari set obeng di lengan A didapat ($246,6 \pm 0,367$) g ketelitiannya 99,99% dengan selisih 1,9 g, dan terakhir set obeng B massanya ($239,1 \pm 0,900$) g ketelitiannya 99,99% selisihnya 5,6 g pada timbangan digital 244,7 g. Berdasarkan apa yang telah diteliti oleh Bagenda disimpulkan hasil pengukuran sudah cukup baik namun masih ada error ± 0.01 Kg saat menimbang 1 Kg, dengan rata-rata hasil 1.00 Kg dari 25 data sampling. Bagenda menyarankan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut untuk bagian software dan mekanikalnya, untuk menjaga akurasi alat (Bagenda, Dadan N, 2018).

Alat penentu momen gaya berbasis Arduino memiliki kelebihan dan kekurangan. Kekurangan dari segi desain alat penentu momen gaya panjang kaki lebih pendek dari desain awal hal ini dilakukan untuk mengurangi *cost* dan berat dari alat penentu momen gaya berbasis Arduino saya rekomendasikan untuk lebih panjang dari pada panjang lengannya. Tujuannya agar lengan tidak terantuk ke permukaan ketika ditaruh beban, tetapi bebannya akan semakin berat. Kekurangan dari sensor jarak ialah tidak bisa digunakan dari jarak 0 cm dimana itu adalah titik tengah alat, tetapi di jarak 7 cm karena modul sensor yang berada di atas alat serta minimum jarak yang dapat diukur ultrasonik dari 2 cm (elecFreaks :1). Kekurangan pada *load cell* massa maksimalnya ialah 1 Kg (AVIA Semiconductor :1). Serta kekurangan dari segi *cost* untuk merancang prototipe alat ini masih relatif mahal.

Kelebihan pada alat penentu momen gaya berbasis Arduino diantaranya. Material dari baja ringan yang kokoh dan tahan lama dengan *coating paint* (cat dasar) hitam anti karat. Perawatan yang mudah sensor dan komponen apa bila rusak dapat diganti dan pemberian pelumas untuk bearing secara berkala. Koding program dapat dilakukan pembaruan, dengan pembaruan yang dilakukan dapat membuat proses kerja Arduino lebih efektif. Hasil kalkulasi yang instan dan akurat karena hasil kalkulasi langsung tampil pada LCD. Menggunakan listrik yang kecil, yaitu 9 volt dan 2 ampere.

4. KESIMPULAN

Pengembangan alat penentu momen gaya konvensional dapat dilakukan, dengan menambahkan sensor pada alat penentu momen gaya meningkatkan ketelitian dan dapat digunakan sebagai alat peraga sehingga dapat tercipta alat yang lebih akurat dan lebih mudah digunakan. alat penentu momen gaya dapat membuktikan rumus $\tau_1 = \tau_2$, dimana τ_1 bernilai negatif sebagai penanda karena lengan A atau lengan kiri bergerak berlawanan arah jarum jam dan τ_2 bernilai positif karena lengan B atau lengan kanan bergerak searah jarum jam. Nilai ketelitian yang didapat pada *Harddisk* pada lengan A massa yang didapat ($593,2 \pm 0,833$) g ketelitian yang didapat 99,99% dimana selisih dari hasil timbangan digital sebesar 0,5 g, *Harddisk* pada lengan B massa yang didapat ($592,7 \pm 1,300$) g ketelitian yang didapat 99,99% dengan selisih 0 g, Set obeng di lengan A massa yang didapat ($246,6 \pm 0,367$) g ketelitiannya 99,99% dengan selisih 1,9 g dan Set obeng B massa yang didapat ($239,1 \pm 0,900$) g ketelitiannya 99,99% selisihnya 5,6 g.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sani, R. A. (2021). *Pengelolaan laboratorium ipa sekolah*. Bumi Aksara.
2. Purwanto, B. (2011, 14 Mei). Pentingnya kreativitas guru dan calon guru fisika SMA dalam pengembangan dan pengadaan alat demonstrasi/ eksperimen untuk menjelaskan konsep dasar fisika. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 229-238.
3. Iskandar, B. A. (2021). Kreativitas Mahasiswa dalam Membuat Media Pembelajaran. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 1(04), 265-272.
4. Yusuf, M. (2021). Upaya Kepala Madrasah Dalam Meningkatkan Kreativitas Pembelajaran Guru. *Jurnal Pikir: Jurnal Studi Pendidikan dan Hukum Islam*, 7(2), 54-90.
5. Hsm, S. A. A. P., Asikin, M., Waluya, B., & Zaenuri, Z. (2021). Kemampuan Berpikir Kreatif Ditinjau dari Self Regulated Learning dengan Pendekatan Open-Ended Pada Model Pembelajaran Creative Problem Solving. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 13(1), 11-22.
6. Chung, M., & Kim, J. (2016, March). *The internet information and technology reasearch directions based on the forth industrial revolution*. KSII Transactions on Internet and Information Systems. Vol X, No 3. 1311-1320.
7. Saraswati, D. L. (2019). Kelayakan Mobile Learning Media pada Materi Fisika Inti dan Radioaktivitas. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 4(2), 25-34.
8. Marpaung, R. R., Aziz, N. R. N., Purwanti, M. D., Sasti, P. N., & Saraswati, D. L. (2021). Penggunaan Laboratorium Virtual PhET Simulation Sebagai Solusi Praktikum Waktu Paruh. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(2), 110-118.
9. Saraswati, D. L. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Fisika Dasar Berbasis Inquiry Leraning Tipe Terbimbing untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 6(1).
10. Rematha, F., Sudirman, S., & Saraswati, D. L. (2020). Desain Media Pembelajaran Fisika Berbasis Web Blog Pada Materi Translasi Dan Rotasi Kelas X SMK Bunda Auni Bekasi. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 1(2), 119-126.
11. Okyanida, I. Y., Saraswati, D. L., & Mulyaningsih, N. N. (2020). Ability Media Robotics (Robot Soccer) in Fostering the Learning Interest of Students in the Subjects of Physics. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(1), 38-45.
12. Saraswati, D. L., nenden Mulyaningsih, N., & Widiyatun, F. (2018). Rancang Bangun Perangkat Alat Ukur Medan Magnet Portabel Berbasis Android. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 54-60.
13. Pratama, A. D., Irkham, A., Maulana, D., Rahardian, F., Dzikril, F., Ismail, G. M., ... & Gunawan, Q. P. (2021). Pelatihan Penggunaan Database MYSQL Berbasis CMD Kepada Siswa SMA Di Bogor. *JATIMIKA: Jurnal Kreativitas Mahasiswa Informatika*, 1(3).
14. Erpidawati, N. (2021). Pelatihan Pemanfaatan Teknologi Google Drive dan Blogs bagi pengawas sekolah dasar. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 330-334.