

***EDU FUN LABORATORIUM: MENINGKATKAN PEMAHAMAN FISIKA MELALUI RANGKAIAN LISTRIK SERI DAN PARALEL KEPADA SISWA SMK SASMITA JAYA 2, PAMULANG BARAT, KOTA TANGERANG SELATAN***

***EDU FUN LABORATORIUM: IMPROVING PHYSICS UNDERSTANDING THROUGH SERIES AND PARALLEL ELECTRICAL CIRCUITS TO STUDENTS OF SMK SASMITA JAYA 2, WEST PAMULANG, SOUTH TANGERANG CITY***

**<sup>1</sup>Edi Tri Astuti, <sup>2</sup>Ersam Mahendrawan, <sup>3</sup>Ihat Solihat**

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang  
email : <sup>1</sup>dosen01544@unpam.ac.id; <sup>2</sup>dosen01329@unpam.ac.id; <sup>3</sup>dosen00990@unpam.ac.id

**ABSTRAK**

Untuk menunjang keilmuan teknik mesin, diperlukan pengetahuan dasar sains, seperti matematika, fisika dan kimia untuk pengembangan keahlian seorang sarjana Teknik Mesin. Berkaitan dengan fisika maka dalam PkM ini kami akan mengangkat tema listrik karena pada era modern saat ini, kita tidak bisa lepas dari energi listrik. Mayoritas benda di rumah memerlukan energi listrik agar bisa digunakan. Contohnya lampu, kipas angin, televisi, kulkas dan lain-lain. Adanya energi listrik membuat kita bisa menggunakan benda tersebut. Ada dua jenis energi listrik, yaitu listrik statis (listrik diam) dan listrik dinamis (listrik bergerak). Listrik statis adalah kumpulan muatan listrik berjumlah tertentu yang tidak mengalir atau tetap (statis). Listrik ini timbul karena benda yang beraliran listrik saling bertautan tanpa adanya sumber daya listrik. Listrik dinamis adalah listrik yang bisa mengalir atau bergerak dalam rangkaian listrik. Dalam listrik ini, arusnya bermuatan listrik, biasanya dihantarkan lewat kawat tiap satuan waktu. Mainan mobil-mobilan yang menggunakan baterai adalah salah satu contoh dari listrik dinamis. Ketika saklar dipencet ke posisi ON, maka kedua ujung baterai akan terhubung dengan dinamo (motor listrik). Motor listrik itulah yang akan menggerakkan roda mobil-mobilan, sehingga bisa jalan karena pergerakan muatan listrik yang bersumber dari baterai. Lampu senter bisa menyala karena ada aliran elektron yang bekerja sehingga menyalakan lampu yang ada didalamnya. Listrik dinamis juga ada pada komputer, bor listrik, kulkas, tv, dan barang-barang peralatan rumah tangga yang lain.

Kegiatan PkM dengan judul “Edu Fun Laboratorium: Meningkatkan Pemahaman Fisika Melalui Rangkaian Listrik Seri dan Paralel Kepada Siswa SMK Sasmita Jaya 2, Pamulang Barat, Kota Tangerang Selatan”. diikuti sebanyak 20 siswa sudah dilaksanakan pada tanggal 13 November 2023, merupakan kegiatan dari tiga orang dosen dan dua orang mahasiswa dari Prodi Teknik Mesin Unpam. Dalam pelaksanaannya dilakukan 2 kali test diagnostik dengan 5 pertanyaan terhadap siswa yang mengikutinya, yaitu Pre-Test dan Post-Test. Tujuannya untuk mengetahui sejauh mana model pengajaran ini efektif dilakukan meskipun singkat waktunya. Hasil dari Pre-Test ada 55% yang mendapat nilai di bawah 50 dengan nilai rata-rata kelas 47 dan hasil Post-Test ada 20% yang mendapat nilai di bawah 50 dengan nilai rata-rata kelas 65. Dengan selesainya kegiatan ini maka diharapkan siswa SMK Sasmita Jaya 2, Pamulang Barat, Kota Tangerang Selatan lebih menyukai fisika menjadi lebih menyukai.

**Kata Kunci :** listrik, rangkaian listrik, seri, paralel, fun

**ABSTRACT**

*To support mechanical engineering science, basic knowledge of science is needed, such as mathematics, physics and chemistry for the development of the expertise of a Mechanical Engineering graduate. Related to physics, in this PkM we will raise the theme of electricity because in today's modern era, we cannot be separated from electrical energy. The majority of objects in the house require electrical energy to be used. For example, lights, fans, televisions, refrigerators and others. The existence of electrical energy allows us to use these objects. There are two types of electrical energy, namely static electricity (stationary electricity) and dynamic electricity (moving electricity). Static electricity is a collection of a certain amount of electric charge that does not flow or is fixed (static). This electricity arises because objects that flow electricity interlock without an electrical power source. Dynamic electricity is electricity that can flow or move in an*

*electrical circuit. In this electricity, the current is electrically charged, usually delivered through a wire every unit of time. Toy cars that use batteries are one example of dynamic electricity. When the switch is pressed to the ON position, the two ends of the battery will be connected to the dynamo (electric motor). The electric motor is what will drive the wheels of the cars, so that it can run because of the movement of electric charge sourced from the battery. The flashlight can turn on because there is a flow of electrons that work so that it turns on the lights inside. Dynamic electricity also exists in computers, electric drills, refrigerators, TVs, and other household items.*

*PkM activity entitled "Edu Fun Laboratory: Increasing Understanding of Physics through Series and Parallel Electric Circuits to Students of SMK Sasmita Jaya 2, West Pamulang, South Tangerang City". Followed by 20 students, it was held on November 13, 2023, which was an activity from three lecturers and two students from the Unpam Mechanical Engineering Study Program. In its implementation, 2 diagnostic tests were carried out with 5 questions for students who took it, namely Pre-Test and Post-Test. The goal is to find out the extent to which this teaching model is effective even though it is short in time. The results of the Pre-Test were 55% who scored below 50 with an average score of 47 and the Post-Test results were 20% who scored below 50 with an average score of 65. With the completion of this activity, it is expected that students of SMK Sasmita Jaya 2, West Pamulang, South Tangerang City prefer physics to be more liking.*

**Keywords :** *electric, electrical circuit, series, parallel, fun*

## **I. PENDAHULUAN**

Pendidikan mempunyai peran penting dalam menciptakan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas. Peningkatan kualitas SDM dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menyelenggarakan pendidikan yang bermutu, yaitu pendidikan yang sesuai dengan harapan siswa, masyarakat dan pemerintah. Kualitas pembelajaran dapat dilihat dari segi proses dan hasil. Pembelajaran berkualitas dari segi proses apabila seluruh atau sebagian besar siswa terlibat aktif secara fisik, mental, maupun sosial dalam kegiatan pembelajaran.

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan pada setiap jenjang pendidikan eksakta dan dianggap mampu membentuk siswa menghadapi perkembangan dunia, terutama perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Penguasaan fisika sangat penting dalam kehidupan manusia dan memiliki peran dalam semua aspek kehidupan. Tidak salah jika menyebutkan bahwa fisika berkontribusi secara langsung dan mendasar terhadap aspek kehidupan. Tapi ironisnya beberapa siswa pada umumnya masih menganggap bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit dan rumit di samping matematika tentunya.

Masih banyak siswa yang belum mampu memahami masalah fisika, hal ini dikarenakan siswa kurang mengerti materi yang diajarkan, akibatnya kalau diberi soal maka penyelesaiannya akan kurang tepat. Kesulitan utama siswa adalah dalam menerapkan langkah dan menentukan teknik pemecahan masalah. Pemecahan masalah merupakan bagian tak terpisahkan dari proses pembelajaran fisika yang mengharuskan

siswa untuk berpikir. Proses berpikir dapat dikembangkan melalui masalah fisika yang menantang artinya proses penyelesaiannya membutuhkan pemikiran lebih lanjut karena prosedur penyelesaiannya tidak sama dengan yang diajarkan di kelas. Proses pemecahan masalah memberi kesempatan kepada siswa terlibat aktif dalam mempelajari, mencari, menemukan sendiri informasi untuk diolah menjadi konsep, prinsip, teori, atau kesimpulan. Kemampuan pemecahan masalah fisika merupakan kemampuan memproses informasi terkait konsep fisika untuk membuat keputusan. Kemampuan siswa dalam memproses informasi untuk memecahkan masalah fisika berbeda-beda tergantung dari latar belakang kemampuan siswa dalam menggunakan penalaran, yaitu kemampuan melihat hubungan sebab akibat untuk menarik kesimpulan.

Banyak kesulitan yang dihadapi siswa dalam belajar fisika, hal ini disebabkan karena banyaknya anggapan bahwa fisika sulit dan menakutkan karena berhubungan dengan angka, rumus dan hitungan. Dengan anggapan itu akhirnya berpengaruh terhadap motivasi belajar siswa.

Hasil belajar siswa dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berasal dari diri siswa itu sendiri, sedangkan faktor eksternal berasal dari keluarga, sekolah, dan masyarakat. Pengajar atau guru merupakan wakil dari pihak sekolah yang berhubungan langsung dengan siswa perlu memikirkan ketepatan pemilihan metode, improvisasi dan inovasi. Dengan demikian dapat diungkapkan bahwa pengajar menentukan keberhasilan belajar siswa. Kemampuan pengajar dalam melaksanakan proses belajar mengajar sangat berpengaruh terhadap tingkat pemahaman siswa. Biasanya pengajar menggunakan model pembelajaran dengan metode ceramah sebagai cara untuk menyampaikan materi pelajaran. Melalui model ini siswa akan lebih banyak pengetahuan, namun pengetahuan itu sebatas hanya diterima saja akibatnya menjadi kurang bermakna karena ilmu pengetahuan yang didapat oleh siswa-siswi mudah menguap dan terlupakan.

Teknik mengajar yang baik dari seorang pengajar adalah kunci utama bagi keberhasilan siswa agar bisa belajar dengan baik. Salah satu ukuran siswa dinyatakan telah belajar dengan baik dan benar apabila siswa tersebut dapat mempelajari apa yang harus dipelajari tanpa disuruh, sehingga tujuan pembelajaran yang diberikan oleh pengajar dapat tercapai. Dalam pengertian yang lebih kompleks, pembelajaran pada hakikatnya merupakan usaha yang dilakukan dengan penuh kesadaran dari seorang pengajar untuk membelajarkan siswanya atau dengan mengarahkan siswa dengan sumber

pembelajaran dengan maksud untuk menggapai tujuan dari sebuah pembelajaran yang diharapkan.

## II. METODE PENELITIAN

Sebagaimana sekolah lainnya, di SMK ini pengajaran Fisika juga diberikan dengan cara konvensional, dimana materi disampaikan dengan metode ceramah oleh pengajar tanpa memasukkan unsur-unsur yang membuat siswa termotivasi dalam belajar Fisika. Dengan demikian, permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana cara pengajar memberikan pemahaman Fisika dengan metode “*Fun*” kepada siswa. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka solusi pengajaran yang akan dilakukan adalah memvisualisasikan konsep Fisika melalui peragaan alat praktikum Fisika khususnya rangkaian listrik Dalam PkM ini akan dijelaskan apa dan bagaimana listrik, rangkaian listrik dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Berikut ini adalah tahapan kegiatan yang dilakukan:

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Pelaksanaan

Peserta sebanyak 20 siswa, kegiatannya dibagi menjadi 4 sesi, yaitu:

- a. Pengisian Pre-Test dan Post Test
- b. Presentasi Listrik dan Peragaan Alat Praktikum Rangkaian Listrik
  - 1) Konsep Listrik

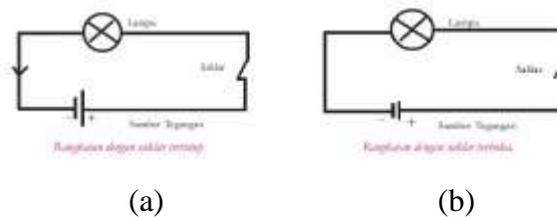
Perkembangan teknologi tak lepas dari yang namanya listrik. Listrik dapat mengalir karena adanya rangkaian listrik. Rangkaian listrik adalah suatu kumpulan alat-alat listrik yang saling dihubungkan dengan sumber tegangan menjadi satu kesatuan yang memiliki fungsi tertentu.

Arus listrik dalam sebuah rangkaian tidak dapat mengalir melalui rangkaian terbuka, maupun secara internal di dalam sebuah baterai sekalipun. Arus listrik hanya dapat mengalir pada suatu loop tertutup yang di dalamnya terdapat sebuah sumber tegangan. Arus listrik akan mengalir melalui kawat penghantar, beban (hambatan pada rangkaian), dan hambatan yang ada dalam baterai itu sendiri. Dalam arus listrik terdapat hambatan listrik yang menentukan besar kecilnya arus listrik. Semakin besar hambatan listrik, semakin kecil kuat arusnya, dan sebaliknya.

## 2) Konsep Rangkaian Listrik Seri dan Paralel

Pernahkan melihat lampu jalan yang menyala pada saat malam hari? Lampu tersebut hanya memiliki satu saklar yang menghubungkan lampu satu dengan yang lain. Jadi, ketika saklar dihidupkan, semua lampu yang terhubung akan menyala bersamaan. Tapi, coba bandingkan dengan lampu yang ada di kamar. Kebanyakan lampu kamar hanya terhubung dengan satu saklar On Off, jadi tidak bisa menyalakan semua lampu dari satu saklar.

Mengapa bisa seperti itu? Ternyata, perbedaan pemasangan lampu jalan dan lampu di rumah dipengaruhi oleh rangkaian listrik yang digunakan. Lampu jalan dipasang dengan rangkaian listrik seri, sementara lampu rumah dipasang secara paralel.



Gambar 1. Konsep rangkaian terbuka/tertutup

Gambar 1 (a) rangkaian listrik terbuka, lampu tidak menyala karena tidak ada aliran muatan listrik sedangkan pada Gambar 1 (b) rangkaian listrik tertutup lampu menyala karena ada aliran muatan listrik.

Pada rangkaian tertutup, sumber tegangan dapat menimbulkan beda potensial. Dengan adanya perbedaan potensial ini elektron-elektron terdorong untuk bergerak dari kutub - ke kutub +.

- Arus

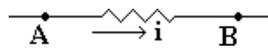
Arus listrik adalah aliran muatan listrik atau muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu.

- Tegangan

Tegangan listrik sering diistilahkan dengan beda potensial diberi lambang V singkatan dari Voltase.

- Hambatan dan Hukum Ohm

Hubungan antara tegangan, kuat arus dan hambatan dari suatu konduktor dapat diterangkan berdasarkan hukum Ohm.



$$i = \frac{V_A - V_B}{R}$$

Gambar 2. Hukum Ohm

dimana

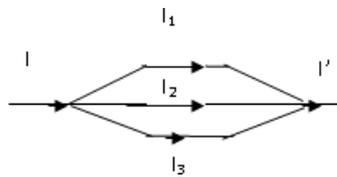
$I$  = kuat arus

$V_A - V_B$  = beda potensial titik A dan titik B

$R$  = hambatan

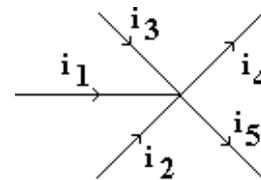
- Hukum I Kirchoff

Hukum I Kirchoff, yang berbunyi “Jumlah kuat arus yang masuk pada suatu titik percabangan sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik itu”.



$$I_{masuk} = I_1 + I_2 + I_3 = I'$$

(a)



$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

(b)

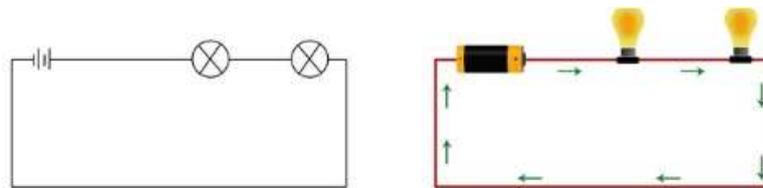
Gambar 3. Hukum Kirchoff

a) Rangkaian Listrik Seri

Rangkaian seri adalah rangkaian yang disusun secara berderet, sehingga setiap rangkaian dari komponen listrik pun akan sama. Oleh sebab itu, seluruh komponen yang ada didalamnya dapat dialiri oleh arus listrik seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pada umumnya, rangkaian seri berupa rangkaian tunggal yaitu rangkaian yang akan membiarkan listrik mengalir keluar dari sumber tegangan dengan melalui setiap bagian dan kemudian kembali lagi ke sumber

tegangannya. Maka akibatnya, jika ada salah satu jalur terputus, maka seluruh komponen elektronik yang lain pun akan ikut mati atau terputus. Selain itu, jika memasang beberapa lampu dengan rangkaian seri, maka nyala yang dihasilkan oleh lampu tersebut tidak menjadi begitu terang. Hal tersebut terjadi, dikarenakan lampu membutuhkan arus listrik yang cukup besar, terutama apabila ada banyak lampu.

Nilai dari suatu hambatan, akan semakin besar jika suatu hambatan dirangkai dengan cara seri. Hambatan pada rangkaian seri memiliki fungsi tertentu, yaitu untuk dapat memperbesar hambatan atau resistensi serta sebagai pembagi tegangan.



Gambar 4. Rangkaian Seri

Lampu dipasang berurutan dalam satu jalur listrik. Saat saklar menyambungkan aliran listrik, keduanya akan menyala bersamaan. Sebaliknya, akan mati bersamaan pula saat aliran listrik diputuskan. Pada rangkaian seri, arus listrik ( $I$ ) yang mengalir pada setiap hambatan memiliki besar yang sama. Dengan demikian, kuat arus total sama dengan kuat arus pada setiap hambatan ( $R$ ).

Rumus untuk menghitung arus listrik rangkaian seri adalah sebagai berikut:

$$I_{masuk} = I_1 = I_2 = I_3 = I_{keluar}$$

Sementara tegangan ( $V$ ) yang mengalir pada rangkaian seri tidak sama. Namun, jika seluruh tegangan yang ada pada rangkaian dijumlahkan, hasilnya akan sama dengan tegangan pada sumber.

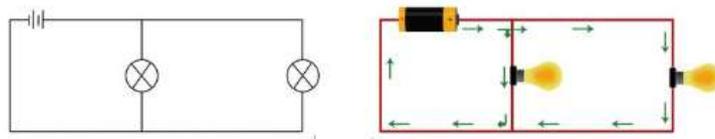
$$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3$$

Untuk menghitung hambatan total sama, tinggal dijumlahkan berapa resistor yang digunakan dalam rangkaian listrik dengan rumus berikut ini.

$$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots$$

#### b) Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel adalah rangkaian listrik yang dibentuk oleh beberapa komponen dan dihubungkan dalam beberapa cabang. Arus yang diterima tiap cabang, lebih besar dibanding arus dalam rangkaian seri. Sehingga komponen penyusunnya mendapat arus lebih baik.



Gambar 5 Rangkaian Paralel

Rumus untuk menghitung arus listrik rangkaian paralel adalah sebagai berikut:

$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

Untuk dapat menggunakan sistem paralel, arus yang berbeda, maka tegangannya pun tetap di dalam satu percabangan saja. Tegangannya

$$V = V_1 + V_2 + \dots$$

Untuk menghitung hambatan total, digunakan rumus berikut ini.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

#### c. Diskusi

#### d. Pelaporan dan Publikasi

Tahap akhir dari pelaksanaan PkM adalah publikasi sebagai bentuk

pertanggungjawaban terhadap pelaksanaan kegiatan. Bukti kegiatan berupa laporan akhir kegiatan, makalah diseminasi, artikel di media web Prodi dan artikel di jurnal PkM GARDA Prodi Teknik Mesin Unpam.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan PkM dengan judul "Edu Fun Laboratorium: Meningkatkan Pemahaman Fisika Melalui Rangkaian Listrik Seri dan Paralel Kepada Siswa SMK Sasmita Jaya 2, Pamulang Barat, Kota Tangerang Selatan " sudah dilaksanakan pada hari Senin, tanggal 13 November 2023, dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 13.00 WIB.

#### 1. HASIL

Adapun deskripsi kegiatannya adalah sebagai berikut:

- a. Acara pembukaan dilakukan bersama dengan kelompok lain di lantai 2



- b. Pengisian Pre-Test sebagai agenda monitoring dan evaluasi.



- c. Sesi presentasi materi di salah satu kelas di lantai 1.



- d. Sesi peragaan alat praktikum dan diskusi



- e. Pengisian Post-Test sebagai agenda monitoring dan evaluasi.
- f. Penutupan,

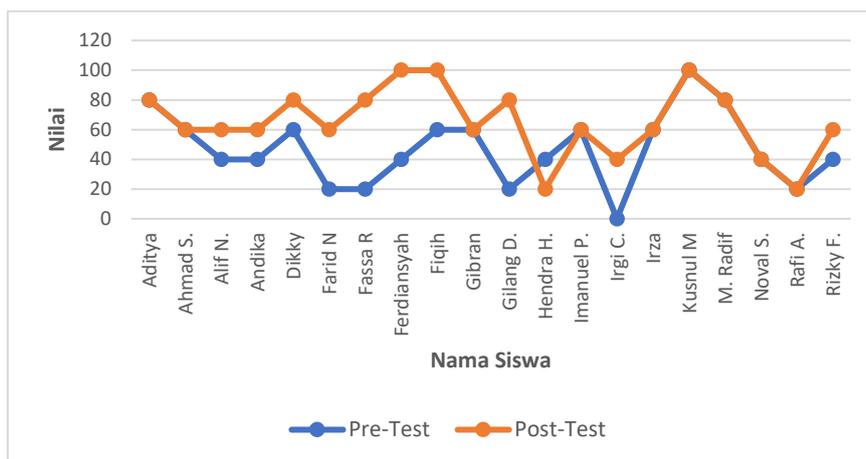
## 2. PEMBAHASAN

Kuesioner yang diberikan kepada siswa berupa 5 pertanyaan dengan jawaban pilihan ganda tentang listrik dan rangkaian listrik. Materi Pre-Test dan Post-Test dibuat sama untuk memudahkan melihat perubahan nilainya. Hasil Pre-Test, Post-Test dan Rata-rata Personal dikompilasi diperlihatkan pada Tabel 1.

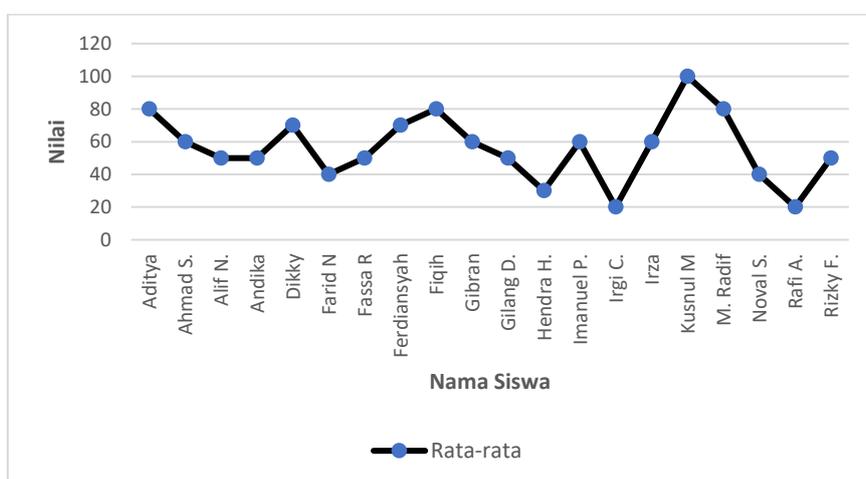
Tabel 1. Kompilasi Hasil Pre-Test, Post-Test dan Rata-rata Personal

| No. | Nama Siswa             | Nilai    |           |           |
|-----|------------------------|----------|-----------|-----------|
|     |                        | Pre-Test | Post-Test | Rata-rata |
| 1   | Aditya                 | 80       | 80        | 80        |
| 2   | Ahmad S.               | 60       | 60        | 60        |
| 3   | Alif N.                | 40       | 60        | 50        |
| 4   | Andika                 | 40       | 60        | 50        |
| 5   | Dikky                  | 60       | 80        | 70        |
| 6   | Farid N                | 20       | 60        | 40        |
| 7   | Fassa R                | 20       | 80        | 50        |
| 8   | Ferdiansyah            | 40       | 100       | 70        |
| 9   | Fiqih                  | 60       | 100       | 80        |
| 10  | Gibran                 | 60       | 60        | 60        |
| 11  | Gilang D.              | 20       | 80        | 50        |
| 12  | Hendra H.              | 40       | 20        | 30        |
| 13  | Immanuel P.            | 60       | 60        | 60        |
| 14  | Irgi C.                | 0        | 40        | 20        |
| 15  | Irza                   | 60       | 60        | 60        |
| 16  | Kusnul M               | 100      | 100       | 100       |
| 17  | M. Radif               | 80       | 80        | 80        |
| 18  | Noval S.               | 40       | 40        | 40        |
| 19  | Rafi A.                | 20       | 20        | 20        |
| 20  | Rizky F.               | 40       | 60        | 50        |
|     | <b>Rata-rata kelas</b> | 47       | 65        |           |

Dari Tabel 1 terlihat bahwa pada saat Pre-Test yang memperoleh nilai di bawah 50 ada sebanyak 55% dan pada saat Post-Test yang memperoleh nilai di bawah 50 ada sebanyak 20%, ada pengurangan sebesar 35%. Sedangkan dari perolehan hasil nilai rata-rata kelas pada saat Pre-Test sebesar 47 dan pada saat Post-Test sebesar 65, ada kenaikan sebesar 18%. Nama siswa yang menduduki ranking utama dalam perolehan nilai adalah Kusnul M. dengan nilai sempurna 100 diikuti runner up kembar atas nama Fiqih dan M. Radif dengan nilai 80. Gambar 7. merepresentasikan nama siswa terhadap perolehan nilai Pre-Test dan hasil Post-Test dan Gambar 8. merepresentasikan nama siswa terhadap perolehan nilai rata-rata personal.



Gambar 7. Grafik Hasil Kuesioner Pre-Test dan Post-Test



Gambar 8. Grafik Hasil Kuesioner Rata-rata Personal

Dengan selesai dilakukannya kegiatan PkM ini maka diharapkan siswa SMK Sasmita Jaya 2, Pamulang Barat, Kota Tangerang Selatan yang sebelumnya kurang menyukai fisika menjadi lebih mengerti dan memahami.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan kegiatan ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada saat Pre-Test yang memperoleh nilai di bawah 50 ada 55% dan pada saat Post-Test yang memperoleh nilai di bawah 50 ada 20%, ada pengurangan sebesar 35%.

2. Hasil nilai rata-rata pada saat Pre-Test sebesar 47 dan pada saat Post-Test sebesar 65, ada kenaikan sebesar 18%.
3. Nama siswa yang menduduki ranking utama dalam perolehan nilai adalah Kusnul M. dengan nilai sempurna 100 diikuti runner up kembar atas nama Fiqih dan M. Radif dengan nilai 80.

### **Saran**

1. Sebaiknya SMK Sasmita Jaya 2, Pamulang Barat, Kota Tangerang Selatan dijadikan lokasi kegiatan binaan karena siswanya memerlukan tambahan iptek supaya hasilnya secara signifikan dapat dilihat.
2. Materi kegiatan yang disampaikan juga bisa bervariasi dan kelompok yang melakukan kegiatan juga bisa dirotasi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Giancoli, Douglas C. 1996. *Physics* (3<sup>rd</sup> Edition). New York: Prentice Hall, Inc.
- [2] Serway, Raymond A. 2000. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Virginia:Saunders College Publishing.
- [3] Young, H.D. and Freedman, Roger A. 2000. *University Physics* (Tenth Edition). New York:Addison Wesley Longman, Inc.
- [4] Farizki, Abdul Ro'uf., Henry Novianus Palit., dan Alexander Setiawan, 2016, Aplikasi Pembelajaran Rangkaian Listrik Sederhana Berbasis Android, *Jurnal Teknik* (4)1.
- [5] Galih, Valentius,. Endah Purnomosari,. dan Ngadiyono. 2019. *Pengantar Praktikum Mekatronika Tekstil*. Bandung: Mulia Jaya.
- [6] Manurung, Sondang R dan Masdiana Sinambela, 2018, Perangkat Pembelajaran IPA Berbentuk LKS Berbasis Laboratorium, *Jurnal Inpafi*, (1)6.
- [7] Bueche J Frederick. 2006. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh*. Jakarta: Erlangga. Herman & Asisten LFD. 2015. *Penuntun Fisika Dasar 2. Laboratorium Fisika Unit Praktikum Fisika Dasar*: Makassar.
- [8] Serway, Raymond A. dan John W. Jewett. 2010. *Fisika—untuk Sains dan Teknik Buku 2 Edisi 6*. Jakarta: Salemba Teknika.