



Excellence in
Learning Innovation



SEMINAR
NASIONAL
PEMBELAJARAN IPA



INOVASI BERNAS



PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA

*“Peran Pendidik IPA di Era Merdeka Belajar
Peluang dan Tantangan”*

Universitas Negeri Malang (UM)
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Oktober 2021
Terbit 2022



PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6 TAHUN 2021

“Peran Pendidik Ipa di Era Merdeka Belajar : Peluang dan Tantangan”

Malang, Sabtu 9 Oktober 2021
Online Via Zoom Meeting

Penanggung Jawab:
Dr. Munzil, M.Si.

Ketua Redaksi:
Dr. Yayuk Mulyati, S.Si., S.Pd., M.Si.

Redaksi Pelaksana:
Diana Dahniar
Dandy Wahyu Hidayat Haryanto
Yusuf Mardhani

Reviewer:
Indra Fardhani, S.Pd., M.Sc., M.I.L., Ph.D.
Agung Mulyo Setiawan, S.Pd, M.Si.
Isnani Juni Fitriyah, S.Pd, M.Si.
Erti Hamimi, S.Pd, M.Sc.
Muhammad Fajar Marsuki, S.Pd, M.Sc.
Yessi Affriyenni, S.Pd, M.Sc.
Sugiyanto, S.Pd, M.Si.
Dr.rer.nat. Safwatun Nida, S.Si., M.Pd.

e-ISSN 2721-4656

Penerbit:

Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No. 5 Gedung B23
Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65145
Telp: 0341-562-180
Website: <http://ipa.fmipa.um.ac.id/>
Email: ipa.fmipa@um.ac.id

*Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara
apapun tanpa izin tertulis dari penerbit*



KATA PENGANTAR

Atas nama panitia, dengan senang hati saya menyambut semua peserta di Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 Tahun 2021 yang diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang (UM). Penghargaan tertinggi kami sampaikan untuk kedua pembicara utama Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6, Dr.rer.nat. Robby Zidny, M.Si, dari Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa; Metri Dian Insani, S.Si., M.Pd, dari Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang.

Kami menyampaikan terima kasih dan apresiasi kepada Rektor Universitas Negeri Malang, Prof. Dr. AH. Rofi'uddin, M.Pd; Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Prof. Dr. Hadi Suwono, M.Si; serta Koordinator Program Studi Pendidikan IPA, Dr. Munzil, M.Si atas segala dukungannya hingga terselenggaranya Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6. Saya ucapkan terima kasih pula kepada segenap anggota panitia atas kerja keras, komitmen, dan dedikasinya dalam menyelenggarakan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6.

Kegiatan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 tahun ini masih sama halnya dengan penyelenggaraan kegiatan Seminar tahun sebelumnya. Pada tahun ini kegiatan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 juga masih dilakukan secara virtual karena adanya pandemi Covid-19 yang terjadi di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Hal tersebut tidak menyurutkan semangat panitia untuk menyelenggarakan acara sebaik mungkin.

Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 Tahun 2021 mengangkat Tema “Peran Pendidik IPA di Era Merdeka Belajar : Peluang dan Tantangan” dan diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk seluruh peserta sehingga bisa sharing informasi maupun bertukar ide terkait dengan pembelajaran IPA dengan memperhatikan peluang dan tantangan di era merdeka belajar saat ini.

Sekitar lebih dari lima puluh peserta telah mendaftar baik untuk menyajikan presentasi penelitian ataupun berpartisipasi dalam seminar yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia. Artikel yang terpilih akan diterbitkan dalam Jurnal Pembelajaran Sains, FMIPA, Universitas Negeri Malang, yang terindeks Sinta 5, sedangkan artikel yang lain akan diterbitkan dalam prosiding ber-ISBN.

Kami berharap buku prosiding ini dapat memberikan banyak kontribusi untuk menyebarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, baik oleh Dosen, Guru, Peneliti, ataupun Mahasiswa, dan semoga semua peserta mendapatkan banyak wawasan dan pengalaman. Sampai jumpa di Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-7 tahun 2022.

Malang, 9 oktober 2021

Panitia



SUSUNAN PANITIA

SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6 TAHUN 2021

No	Nama	Tugas
1.	Dr. Munzil, M.Si.	Penanggung Jawab
2.	Indra Fardhani, S.Pd., M.Sc., M.I.L., Ph.D.	Ketua
3.	Agung Mulyo Setiawan, S.Pd, M.Si.	Sekretaris
4.	Isnanik Juni Fitriyah, S.Pd, M.Si.	Bendahara
5.	Erti Hamimi, S.Pd, M.Sc.	Sie Acara
6.	Muhammad Fajar Marsuki, S.Pd, M.Sc.	Sie Humas, Desain, dan Dokumentasi
7.	Dr. Yayuk Mulyati, S.Si., S.Pd., M.Si.	Sie Makalah
8.	Yessi Affriyenni, S.Pd, M.Sc.	Sie Konsumsi
9.	Sugiyanto, S.Pd, M.Si.	Sie Perlengkapan
10.	Dr.rer.nat. Safwatun Nida, S.Si., M.Pd.	Sie Perlengkapan



DAFTAR ISI

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6	1
TAHUN 2021.....	1
KATA PENGANTAR	2
SUSUNAN PANITIA.....	3
DAFTAR ISI.....	4
MEDIA PEMBELAJARAN <i>e</i> -MODUL HUKUM NEWTON TENTANG GRAVITASI DAN HUKUM KEPLER DENGAN PERSEPEKTIF ISLAM BERBANTUAN <i>FLIPBOOK</i> SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN DARING.....	8
Ahmad Ziyadatul Khoir Faqih 1*, Suci Prihatiningtyas 2, Ino Angga Putra ³	8
KUALITAS PROSES DAN HASIL BELAJAR KLASIFIKASI DIKOTOMI SISWA SMP DENGAN PENERAPAN <i>DRAG AND DROP</i> DI MASA PANDEMI.....	19
Nur Hidayati Puspita S.....	19
REKONSTRUKSI <i>e</i> -MODUL BERBASIS STEM DENGAN <i>DIAGNOSTIC TEST</i> PADA MATERI USAHA DAN ENERGI BAGI SISWA KELAS X SMA.....	23
Muhammad Rif'an ¹ , Ino Angga Putra ² , Suci Prihatiningtyas ³	23
ANALISIS APLIKASI <i>CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING</i> (CTL) DALAM PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER SISWA MELALUI PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH DASAR.....	34
Yanti Kusuma ¹ *, Avivatul Novi Aziza ²	34
MEDIA PEMBELAJARAN <i>e</i> -MODUL BERBASIS <i>FLIP PDF PROFESSIONAL</i> PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS	41
Olifiya Diajeng Ayu Mawarni ¹ *, Kartika Wulandari ² , Suci Prihatiningtyas ³	41
REKONSTRUKSI <i>e</i> -MODUL BERBASIS STEM DENGAN <i>DIAGNOSTIC TEST</i> PADA MATERI GERAK LURUS BAGI SISWA KELAS X SMA/MA	50
Nunuk Hartutik ¹ , Ino Angga Putra ² , Novia Ayu Sekar Pertiwi ³	50
MODEL PEMBELAJARAN ARTIKULASI UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP PADA MATERI PELAJARAN IPA SMP	59
Isnanik Juni Fitriyah	59
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN <i>FLIP PDF PROFESSIONAL</i> PADA MATERI GERAK HARMONIS SEDERHANA UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP SISWA	64
Khoirotun Nisa ¹ , Kartika Wulandari ² , Novia Ayu Sekar Pertiwi ³	64
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT	77
A'yunin Nadhifah ¹ , Herunata ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	77
PENGEMBANGAN MEDIA <i>E-TORSO</i> BERBASIS APLIKASI ANDROID MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT	83
A'yunin Nadhifah ¹ , Herunata Herunata ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	83
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS <i>POE</i> (<i>PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN</i>) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS.....	93
Cindy Audia Sahara *, Syaiful Arif	93



ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX	105
Dwi Tina Arianti ¹ , Parno ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	105
PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF BERBANTUAN <i>ADOBE FLASH "BIOLOGICAL FOREST"</i> DENGAN MATERI STRUKTUR TUMBUHAN PADA SISWA KELAS VIII	112
Titania Virda Nirmala ¹ , Munzil ² , Yessi Affriyenni ³	112
ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX	117
Dwi Tina Arianti ¹ , Parno ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	117
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS POE (<i>PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN</i>) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS	124
Cindy Audia Sahara ^{1*} , Syaiful Arif ²	124
PENGARUH MODEL PROJECT BASED LEARNING (PJBL) TERHADAP KETERAMPILAN CRITICAL THINKING, CREATIVE THINKING, COLLABORATION & COMMUNICATION (4C) SISWA DI SMP	136
Beatrik Nova ^{1*}	136
STUDI LITERATUR <i>E-MODUL</i> BERBASIS <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> (pbl) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP	141
Anisah Hanun ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ¹	141
STUDI LITERATUR KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR UNTUK MEMFASILITASI SISWA SMP/MTs DALAM MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN	147
STUDI LITERATUR BAHAN AJAR IPA MODEL INKUIRI TERBIMBING PADA KEGIATAN MENGANALISIS INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VII SMP/MTs	154
Ahmad Rizal Barozi Ilmi ¹ , Sugiyanto ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	154
ANALISIS KEBUTUHAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS APLIKASI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA	160
Hindun Mar'atus Sholihah ^{1*} , I Wayan Sumberartha ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	160
<i>FORMATIVE FEEDBACK</i> BERBASIS SOAL PILIHAN GANDA ISOMORFIK PADA TOPIK PEMBENTUKAN BAYANGAN PADA CERMIN UNTUK SISWA SMP	165
Nur Hidayati Rifa'i ¹ , Sentot Kusairi ^{2*} , Erti Hamimi ¹	165
ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS HAMZANWADI	175
Laxmi Zahara ^{1*} , Bq. Aryani Novianti ² , Tsamarul Hizbi ³	175
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS <i>EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION</i> (ESII) SEBAGAI SOLUSI UTAMA UNTUK MEMFASILITASI KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA	179
Aulia Zaldiana ¹ , Muntholib ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	179
STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN IPA BERBASIS APLIKASI ANDROID BERBANTUAN HOLOGRAM 3D SEBAGAI SOLUSI UTAMA DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA PADA MATERI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA	185
Natasia Paramita ¹ , Munzil ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	185
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN IPA DENGAN PENDEKATAN STEAM BERMETODE BRAINSTORMING PADA KEGIATAN MENGANALISIS	191



Dinik Afrianingsih, Sugiyanto*, Erti Hamimi.....	191
STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN E-LEARNING SEBAGAI SOLUSI DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK.....	204
Nuvira Maulidia ^{1*} , Arif Hidayat ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	204
STUDI LITERATUR PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA	208
Galuh Rizky Titania ^{1*} , Sugiyanto ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	208
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF MODEL PBL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN AIR	213
Dyah Fitrianiingsih ^{1*} , Sugiyanto ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	213
Santi Ramadhani Putri ¹ , Sugiyanto ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	216
STUDI LITERATUR MODEL PEMBELAJARAN <i>EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION</i> (ESII) YANG BERORIENTASI BERPIKIR KRITIS SISWA.....	221
Amalia Nur Safitri ¹ , Muntholib ² , Muhammad Fajar Marsuki ¹	221
ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR <i>E-BOOK</i> BERBASIS STEAM SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENUMBUHKAN KESADARAN PESERTA DIDIK TERHADAP PENCEMARAN UDARA	225
Farin Natasya Panjaitan ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	225
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN ALAT PENYARING KARBON MONOKSIDA PADA KNALPOT KENDARAAN BERMOTOR	234
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Audi Three Ninenova ² , Khomsiyah Naili ³ , Lutfiatul Nur Khasanah ⁴ , Shintia Ani Fatimatus Zahro ⁵	234
KONSEP IPA TERAPAN METODE PENGERINGAN JAGUNG DENGAN PENGERING EFEK RUMAH KACA (<i>GREEN HOUSE EFFECT</i>)	238
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Nadiyyatul Husna ² , Yana Lazuardhana Shalsabilla ³ , Lutvi Indah Oktavia Riyanto ⁴ , Reniita Fatjah ⁵	238
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN <i>AUTOCLAVE</i> DALAM INDUSTRI PENGALENGAN IKAN SARDEN.....	243
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Qorina Firdausi Nuzula ² , Shalma Noeravizha ³ , Shila Dwi Pratiwi ⁴ , Zulfa Farikhatma ⁵	243
KONSEP IPA TERAPAN PADA KALUNG PEMANTAU KONDISI HEWAN TERNAK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN MUTU HASIL PETERNAKAN	249
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Azizah Wahyuningsih ² , Fanny Putri Danissa ³ , Iin Fadilatus Sholicha ⁴ , Senda Tiara Putri ⁵	249
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGEMABANGAN MASKER ANTIVIRUS BAGI TENAGA MEDIS DALAM PENANGANAN PASIEN COVID-19	253
Isnanik Juni Fitriyah *, Zahra Fajarani A, Anjas Prasetyo, Nisita Hardyanti	253
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI UPAYA PREVENTIF PENCEMARAN LINGKUNGAN	258
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Fianita Eka Putri ² , Mukrimah Rufaida Rochman ³ , Akhmad Khabibulloh Amir ⁴ , Muhammad Zainu Fuadin ⁵	258
UPAYA PENINGKATAN NUTRISI JERAMI DENGAN FERMENTASI SEBAGAI ALTERNATIF KRISIS PAKAN TERNAK RUMINASI.....	264
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ade Rizky Nanda Perdana ² , Arum Mulyani ³	264



KONSEP IPA TERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN	268
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ilzha Akbar Muharomi Wicaksono ² , Ratna Dewi Firdaus ³ , Ulin Nuha Hanifah ⁴	268
Dosen Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang	268
KONSEP IPA TERAPAN DALAM UPAYA PENANGANAN WABAH COVID DENGAN WORMVIT (SUPLEMEN EKSTRAK CACING DAN KUNYIT) SEBAGAI ALTERNATIF PENGOBATAN PEREDA DEMAM	272
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Fira Naimatul Husna ² , Meirna Rahayu ³ , Natalie Pniel Dipa ⁴	272
ELEKTROKOAGULASI, SEBAGAI SUATU TEKNOLOGI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH HASIL INDUSTRI ELEKTROPLATING	277
Isnanik Juni Fitriyah*, Wan Eka Yusi Saputri, Indrasta Wahyu Bagus Prasajo, Muhammad Nurul , Rayhan Osla Auditia	277
ANALISIS MODEL PEMBELAJARAN SEARCH SOLVE CREATE AND SHARE (SSCS) DALAM MELATIH KETRAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP	285
Amri Yahya ^{1*} , Habiddin Habiddin ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	285
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK SEBAGAI TEKNOLOGI TRANSPORTASI MASA DEPAN YANG RAMAH LINGKUNGAN	291
Isnanik Juni Fitriyah*, Nurul Azmi Listyani, Ilham Qoriatul Lailah, Novi Eka Putri	291
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGGUNAAN BIOFILTRASI UNTUK MENGURANGI POLUTAN AIR LIMBAH	295
Isnanik Juni Fitriyah*, Cantik Azzaroiha, Nindy Eklesia Madelu, Nur Eva Ekasari Putri Madi, Nur Lailatul Fajri	295
KONSEP IPA TERAPAN PADA PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI DENGAN TEKNOLOGI AMONIASE SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK	299
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Rif'atul Himmah ² , Desi Anggraini ³ , Yurike Utari ⁴	299
KONSEP IPA TERAPAN DALAM BRIKET ARANG AKTIF SEBAGAI PENYARING KARBONMONOKSIDA	303
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Wulidah Ainur Rokhmah ² , Hesti Fajar Lestari ³ , Erly Agustina Neta ⁴	303
RUMAH SEBAGAI LABORATORIUM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK DI ERA PANDEMI	307
Sri Endarwati ^{1*}	307
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI BATERAI SKUTER ELEKTRIK LUMAKSANA	316
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Anas Tasia Ory Zasativa ² , Brilliana Ghorbiy ³ , Cherry Salmaliana Lucky ⁴	316



KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI BATERAI SKUTER ELEKTRIK LUMAKSANA

Isnani Juni Fitriyah¹, Anas Tasia Ory Zasativa², Brilliana Ghorbiy³, Cherry Salmaliana Lucky⁴

^{1, 2, 3, 4}Jurusan Pendidikan IPA

Universitas Negeri Malang

Email: isnani.juni.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tenaga surya yang merupakan hasil pemanfaatan panas matahari ini memang telah banyak digunakan sebagai sumber energi bagi bermacam alat atau produk teknologi. Salah satunya adalah alat transportasi skuter yang menggunakan panas matahari sebagai penggerakannya. Penggunaannya yang ramah lingkungan dan tentunya tidak terbatas menjadi salah satu alasan digunakan dan dikembangkannya sumber energi matahari ini. Metode penelitian yang digunakan yaitu studi literatur dimana penulis mengumpulkan pustaka data, membaca dan mengolah data yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan dari penelitian. Data penelitian bersumber dari beberapa jurnal atau buku terkait penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep IPA terapan pada skuter tenaga surya yang meliputi pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi baterai skuter, komponen yang diperlukan, serta daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan skuter. Penelitian mengenai rancangan model skuter tenaga surya ini mendapatkan hasil bahwa dalam pembuatan skuter bersumber energi tenaga surya ini membutuhkan beberapa komponen listrik, motor listrik, panel surya, dan baterai. Serta dalam pembuatannya membutuhkan perhitungan dan kalkulasi yang tepat sehingga penggunaannya dapat maksimal.

Kata kunci: tenaga surya, teknologi, komponen listrik.

PENDAHULUAN

Energi surya adalah energi alternatif yang ramah lingkungan serta sumber daya energinya melimpah atau tidak akan habis. Sel surya ialah salah satu perangkat yang dapat mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Melimpahnya sinar matahari di daerah tropis terutama Indonesia membuat sel surya menjadi alternatif sumber energi masa depan yang tepat dan menjanjikan. Penggunaannya yang menggunakan panel surya di mana tidak membutuhkan bahan bakar apapun untuk menggerakkan alat tersebut juga menjadikannya ramah lingkungan. Di mana proses yang terjadi yaitu perubahan energi panas dari matahari yang lalu akan dikonversi hingga menjadi energi listrik untuk menggerakkan mesin-mesin.

Pemanfaatan panas surya sebagai sumber energi ini juga sangat cocok dengan wilayah yang mendapatkan sinar matahari yang mendukung. Di mana di Indonesia sendiri lama siang dan malam seimbang sehingga rata-rata lamanya terdapat sinar matahari yaitu 12 jam per-hari jika tidak terhalang mendung dan lainnya.

Sebagai mahasiswa yang setiap hari pergi ke kampus dengan berjalan kaki, ide pembuatan alat transportasi sederhana akan berguna bagi mahasiswa pejalan kaki. Dimana alat yang digunakan adalah skuter yang bertenaga surya. Mahasiswa tidak perlu mendorong untuk menggerakkan skuter ataupun mengisi ulang bahan bakar skuter mesin. Penggunaan panas matahari sebagai bahan penggerak skuter adalah solusi untuk permasalahan tersebut.

Proses perancangan skuter bertenaga surya sendiri diawali dengan pencarian daya yang dibutuhkan oleh skuter dan daya solar dari sel. Selain itu juga merangkai controller surya dan merangkai baterai untuk mempercepat proses pengisian panel surya. Data-data yang diperlukan untuk merancang skuter tenaga surya meliputi durasi waktu yang dibutuhkan untuk pengisian baterai menggunakan panel surya, kecepatan skuter, jarak yang ditempuh, serta berapa besar daya yang dibutuhkan motor atau mesin untuk menggerakkan skuter. Dengan adanya berbagai komponen pembuatan skuter serta perhitungan yang baik maka juga akan menghasilkan produk yang baik dan maksimal pula.

METODE ILMIAH

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur yang merupakan bentuk penelitian yang dilakukan dengan menghimpun data-data terkait konsep IPA terapan dalam bidang transportasi khususnya pembahasan pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi baterai skuter elektrik Lumaksana. Data-data yang dihimpun, melalui penelusuran buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian sebagai referensi yang diambil dari *Google scholar*, dan beberapa situs yang mendukung konsep IPA terapan dalam bidang transportasi khususnya pembahasan pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi baterai skuter elektrik Lumaksana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

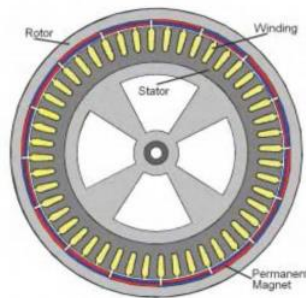
Menurut Nainggolan (2016) komponen dan perhitungan dalam rancangan skuter tenaga tenaga surya dapat diuraikan sebagai berikut.

A. MOTOR LISTRIK BLDC

Motor listrik BLDC merupakan jenis motor listrik sinkronus. Motor ini berupa mesin yang terdiri atas rotor atau magnet permanen yang kutubnya tetap, serta stator atau berupa kawat sehingga kutub magnetnya nanti dapat diubah tergantung polaritas arus dari belitan stator yang diatur.

Beberapa alat kendaraan listrik serta industri lainnya banyak yang menggunakan motor ini. Beberapa alasannya yaitu karena alat ini karakteristiknya sama dengan motor DC, lalu biaya perawatannya murah dan praktis, serta kecepatan yang dihasilkan bahkan lebih baik daripada torsi, serta respon dinamisnya lebih besar.

Motor Brushless DC (BLDC) merupakan salah satu pilihan yang ideal untuk alat atau aplikasi yang memerlukan keandalan, efisiensi, dan rasio power-volume yang tinggi (Singh and Pandey 2013).



Gambar 1. Struktur Motor BLDC (Nadolski et al. 2012)

B. Mencari Daya yang Dibutuhkan

Proses merancang skuter tenaga surya dapat dimulai dari mencari daya yang dibutuhkan agar skuter dapat bergerak. Caranya adalah dengan menghitung massa sistem dan menentukan torsi minimal dengan menggunakan pendekatan gaya angkat ke atas (F_a) dan momen gaya (F_r). Berikut adalah persamaan matematisnya:

a. Menghitung Massa Sistem

$$m_{skuter} = m_{motor\ BLDC} + m_{panel} + m_{baterai} + m_{mahasiswa}$$

b. Tarikan aerodinamik (F_a)

$$F_a = \frac{1}{2} \rho A C_d (v_1 + v_2)^2$$

Keterangan:

F_a = aerodinamik (N)

ρ = massa jenis udara (kg/m^3) = 1,202 kg/m^3

A = luas permukaan (m^2) = 1,2 : 3,2 m^2

C_d = koefisien tarikan = 1,1

v_1 = kecepatan skuter (m/s)

v_2 = kecepatan angin (m/s)

c. Hambatan Gaya Gesek (F_r)

$$F_r = \mu N = \mu(m \cdot g)$$

Keterangan:

F_r = hambatan gaya gesek (N)

μ = koefisien hambatan gaya gesek = 0,015 : 0,02

N = berat skuter (N)

m = massa skuter (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

d. Gaya Total (F_{tot})

$$F_{tot} = F_a + F_r$$

e. Torsi Minimal untuk Menggerakkan Skuter

$$\tau = F_{tot} \times R_{roda}$$

Keterangan:

$\tau = torsi\ minimal\ (Nm)$

$R_{roda} = jari - jari\ roda\ skuter\ (m)$

C. Controller Motor BLDC

Controller atau pengontrol motor BLDC ini menjadi bagian yang sangat penting karena motor BLDC tadi untuk mengatur besar kecilnya arus yang mengalir ke mesin, sehingga putaran motor yang didapatkan nanti akan sesuai dan akurat (Purwadi, 2013).

Kontroler ini akan secara berlanjut menghitung nilai atas kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dengan variabel yang akan diukur. Serta nanti akan meminimalisir kesalahan pada penyetyelan variabel kontrol.



Gambar 2. Controller Motor BLDC (Bitar, Sandouk, and Jabi 2015)

Hubungan terkait putaran motor yang diatur oleh kontroler dengan kecepatan skuter dapat dituliskan dengan persamaan berikut ini:

a. Kecepatan Maksimum yang Dapat Dicapai Skuter

$$P_{motor} = \tau \times \omega$$
$$v_{maks} = \omega \times R_{roda}$$

Keterangan:

$P_{motor} = daya\ motor\ (W)$

$\omega = kecepatan\ sudut\ (rad/s)$

$v_{maks} = kecepatan\ translasi\ maksimum\ (m/s)$

b. Jarak Tempuh

$$s = v \cdot t$$

Keterangan: KON

$s = jarak\ tempuh\ skuter\ (m)$

$v = kecepatan\ skuter\ (m/s)$
 $t = waktu\ tempuh\ skuter\ (s)$

D. Sel Surya

Panel sel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel surya. Yang kemudian digabungkan menjadi bentuk hubungan seri maupun paralel yang dapat disesuaikan dengan ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Modul sel surya ini nanti akan menghasilkan energi listrik yang proporsional atau sesuai dengan luas permukaan panel (yang digunakan) yang terkena sinar matahari (Sunaryo, 2014). Jenis sel surya yang akan digunakan pada skuter adalah *Polycrystalline* sebagai sumber pengisi baterai.



Gambar 3. Panel Surya (Nainggolan et al. 2016)

Durasi waktu yang diperlukan panel surya agar dapat mengisi baterai sampai penuh dapat dituliskan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$t_{panel} = \frac{P_{baterai}}{P_{panel}}$$

E. Controller Surya

Solar charge controller berfungsi untuk mengatur arus listrik dari panel sel surya yang masuk ke baterai. Sehingga dengan adanya *solar charge controller* kita bisa menghindari terjadinya *overcharging* dan *overvoltage*. Selain itu, *solar charge controller* juga dapat mengontrol temperatur baterai agar tidak sampai terlalu panas (Sunaryo, 2014). Teknologi yang diterapkan pada *solar charge controller* adalah *Pulse Width Modulation (PWM)* yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas pengisian baterai meliputi arus yang dibebaskan atau diambil dari baterai menuju beban.



Gambar 4. *Solar charge controller* (Sadad and Iswanto 2011)

F. Baterai

Baterai berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang diperoleh dari panel sel surya. Energi listrik tersebut kemudian disalurkan dari baterai ke beban. Ketika tidak ada cahaya matahari, maka baterai berperan sebagai penyedia daya yang kemudian disalurkan ke beban dan baterai juga harus bisa meratakan perubahan energi yang terjadi pada beban (Naingolan et al. 2016).



Gambar 5. Baterai (Purwadi, Dozeno, and Heryana 2013)

Penentuan daya baterai merupakan perkalian tegangan dengan arus, persamaan matematisnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_{baterai} = V \cdot I$$

Keterangan:

$P_{baterai}$ = daya baterai (W)

V = tegangan (V)

I = kuat arus (A)

G. Hasil Perhitungan Rancang Bangun Skuter

Hasil Perhitungan Rancangan Skuter

massa sistem = $m_{skuter} = 94 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{tarikan aerodinamik } (F_a) &= \frac{1}{2} \rho A C_d (v_1 + v_2)^2 \\ &= \frac{1}{2} (1,202 \text{ kg/m}^3) (3,84 \text{ m}^2) (1,1) (5,556 \text{ m/s} - 3,532 \text{ m/s})^2 \\ &= 2,539 (4,097 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2) \\ &= 10,402 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{hambatan gaya gesek } (F_r) &= \mu(m \cdot g) \\ &= 0,02 (94 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2) \\ &= 18,424 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{total gaya } (F_{total}) &= F_a + F_r \\ &= 10,402 \text{ N} + 18,424 \text{ N} \\ &= 28,826 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{torsi min. untuk menggerakkan skuter } (\tau) &= F_{tot} \times R_{roda} \\ &= 28,826 \text{ N} \times 0,32 \text{ m} \\ &= 9,224 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan Rancangan Panel Surya

Durasi yang diperlukan panel sel surya untuk mengisi baterai hingga penuh apabila baterai dalam kondisi kosong yaitu:

$$t_{panel} = 145 \text{ menit} = 2 \text{ jam } 25 \text{ menit}$$

Penentuan Daya Baterai

$$P_{baterai} = 468 \text{ Wh}$$

Kecepatan Maksimum Skuter

$$\omega = 26,26 \text{ rad/s}$$

$$v_{maks} = 8,666 \text{ m/s} = 31,197 \text{ km/jam}$$

Waktu Tempuh

Waktu tempuh efektif skuter besarnya diasumsikan $5,556 \text{ m/s}$ atau setara dengan 20 km/jam . Di mana nilai ω sebesar $16,836 \text{ rad/s}$. Maka daya yang dipakai untuk menggerakkan skuter dengan kecepatan $5,556 \text{ m/s}$ adalah $P_{motor} = 160,2778 \text{ Watt}$

Waktu tempuh skuter apabila kecepatan skuter $5,556 \text{ m/s}$ dan daya yang dibutuhkan skuter sebesar $160,2778 \text{ Watt}$ adalah

$$t = 2021,478 \text{ detik}$$

Jarak Tempuh

Dengan rata-rata kecepatan $5,556 \text{ m/s}$, maka jarak yang dapat ditempu oleh skuter adalah

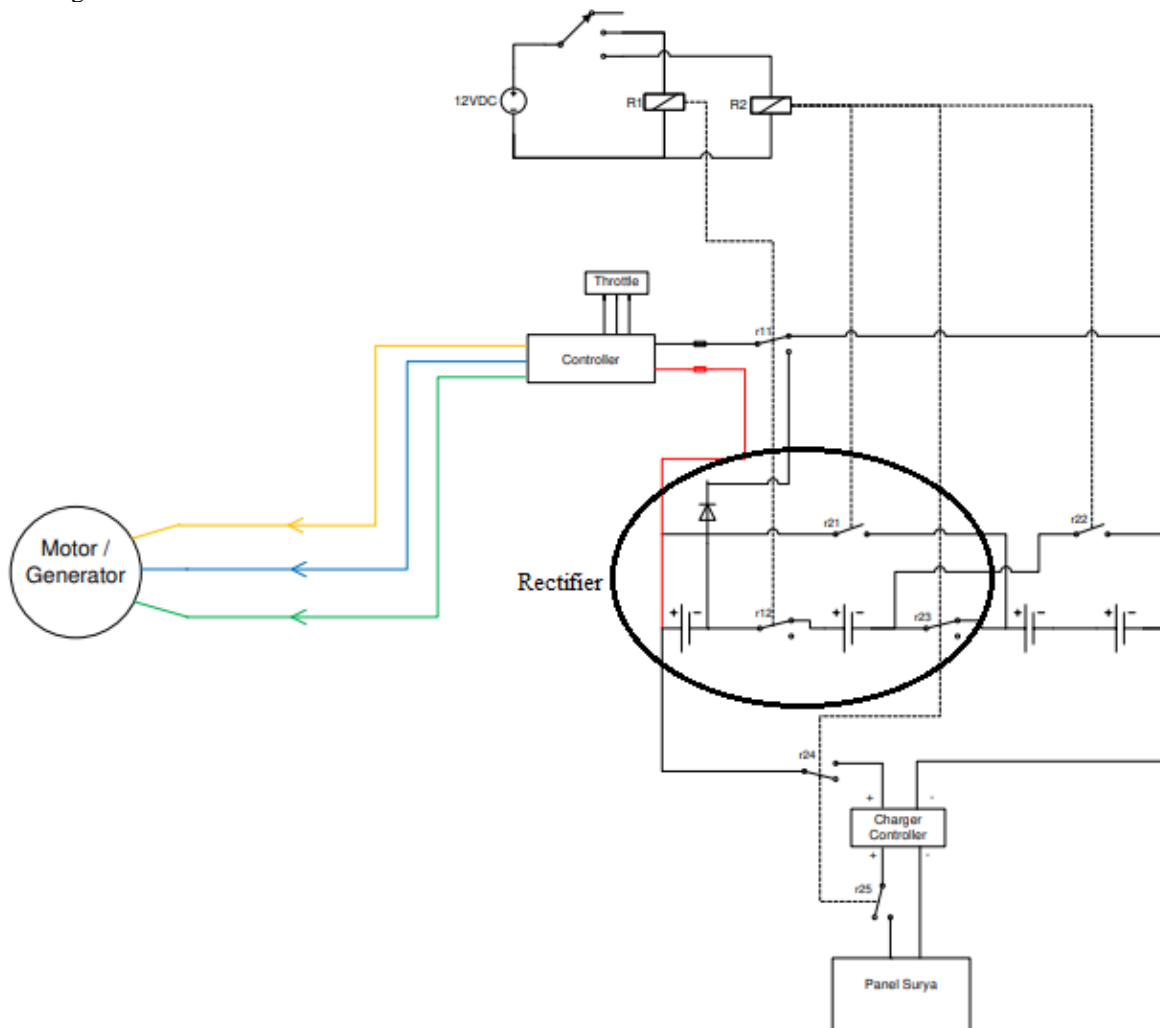
$$s = 11231,335 \text{ m} = 11,231 \text{ km}$$

Konsumsi Baterai

$$\text{konsumsi energi pada baterai} = \frac{11,231 \text{ km}}{0,09 \text{ kWh}} = 125 \frac{\text{km}}{\text{kWh}}$$

H. Rangkaian Sistem dan Rancangan Prototipe Skuter

a. Rangkaian Sistem Skuter



Gambar 6. Diagram Rangkaian Sistem pada Skuter (Herdito et al. n.d.)

Diagram rangkaian sistem pada skuter tenaga surya Lumaksana ini terdiri atas motor, *controller*, empat baterai, sistem *rectifier*, dan *throttle*. Penyusunan empat baterai yang secara seri bertujuan agar memperoleh tegangan sebesar 48 volt . Agar arus dalam rangkaian dan baterai menjadi lebih stabil, maka diperlukan sistem *rectifier* yang

dapat mengubah arus AC (*Alternating Current*) menjadi arus DC (*Direct Current*). Kecepatan skuter dapat diatur dengan bantuan *throttle*, hal tersebut dikarenakan *throttle* berfungsi untuk mengatur tegangan yang masuk ke *controller*.

b. Rancangan Prototipe Skuter

Untuk rancangan prototipe skuter tenaga surya akan terlihat seperti pada gambar berikut.



Gambar 7. Skuter Surya

I. Konsep IPA Terapan pada Skuter Tenaga Surya

Konsep IPA terapan pada skuter tenaga surya dapat dibedakan menjadi tiga bidang, yaitu bidang fisika, kimia, dan biologi. Konsep IPA terapan dalam bidang fisika meliputi perubahan energi yang terjadi pada skuter, konsep listrik dinamis, serta rangkaian yang ada dalam rancangan skuter sehingga dapat menggerakkan skuter. Konsep IPA terapan dalam bidang kimia terletak pada baterai yang digunakan sebagai tempat penyimpanan energi panas yang kemudian diubah menjadi energi listrik melalui reaksi kimia. Konsep IPA terapan dalam bidang biologi terletak pada prinsip pemanfaatan tenaga surya yang digunakan sebagai sumber energi atau bahan bakar dari skuter. Yang mana prinsip tersebut terinspirasi dari tumbuhan yang memanfaatkan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, (1) energi matahari dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kegiatan manusia dengan mengubah sinar matahari menjadi energi panas atau energi listrik, (2) komponen yang diperlukan dalam pembuatan skuter tenaga surya adalah motor listrik BLDC, controller motor BLDC, sel surya, controller surya, dan baterai, (3) skuter elektrik Lumaksana dapat bergerak dengan pengisian daya pada baterai kosong dalam waktu 2 jam 25 menit dengan daya baterai 468 Wh.

SARAN

Penelitian ini perlu disempurnakan untuk meningkatkan efektifitas dari penggunaan tenaga surya sebagai sumber energi baterai pada skuter elektrik Lumaksana, daya baterai, konsumsi baterai, ataupun proses perawatan skuter elektrik Lumaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Bitar, Zeina, Abbas Sandouk, and Samih Al Jabi. 2015. "Testing the Performances of DC Series Motor Used in Electric Car." *Energy Procedia* 74: 148–59.
- Herdito, Muhammad, Wahyu Pamungkas, Ekki Kurniawan, and Cahyantari Ekaputri. *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI TENAGA SURYA SEBAGAI CATU DAYA PADA SKUTER BERODA DUA SEIMBANG OTOMATIS UNIVERSITAS TELKOM (DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SOLAR ENERGY AS POWER SUPPLY ON SELF BALANCED TWO-WHEELED SCOOTER)*.
- Nadolski, Roman, Krzysztof Ludwinek, Jan Staszak, and Marek Jaśkiewicz. 2012. "Utilization of BLDC Motor in Electrical Vehicles." *Przegląd Elektrotechniczny* 88(4 A): 180–86.



- Nainggolan, Benhur, Fadhilla Inaswara, Gilang Pratiwi, and Hirzan Ramadhan. 2016. "Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai." *Politeknologi* 15(3): 263–72.
- Purwadi, Agus, Jimmy Dozeno, and Nana Heryana. 2013. "Testing Performance of 10 KW BLDC Motor and LiFePO4 Battery on ITB-1 Electric Car Prototype." *Procedia Technology* 11(Iceei): 1074–82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.296>.
- Sadad, Rif'an Tsaqif As, and Iswanto. 2011. "Peranan Teknologi Solar Cell Dalam Peningkatan Daya Saing Usaha Kecil Dan Menengah." *Semesta Teknika* 14(1): 58–63.
- Singh, Kr, and Patel K Pandey. 2013. "Modeling and Simulation of Brushless DC Motor Using PWM Control Technique." *International Journal of Engineering Research and Applications* 3(3): 612–20.



Program Studi Pendidikan IPA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang No. 5 Malang
ipa.fmipa.um.ac.id

