

**INSTRUMEN *SOLAR CHARGE CONTROLLER*  
MENGUNAKAN METODE *MAXIMUM POWER POINT*  
*TRACKING* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN  
*DISPLAY SMARTPHONE***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains*



Oleh :

**MUHAMMAD AJRIY USHALLI  
NIM.16034036/2016**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

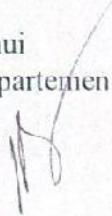
## PERSETUJUAN SKRIPSI

### **INSTRUMEN *SOLAR CHARGE CONTROLLER* MENGUNAKAN METODE *MAXIMUM POWER POINT* *TRACKING* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN *DISPLAY SMARTPHONE***

Nama : Muhammad Ajriy Ushalli  
NIM : 16034036  
Program Studi : Fisika  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

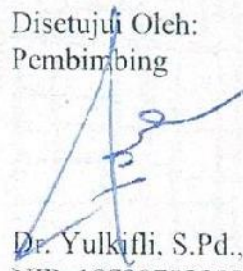
Padang, 24 Agustus 2022

Mengetahui  
Ketua Departemen Fisika



Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si  
NIP. 196901201993032002

Disetujui Oleh:  
Pembimbing



Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si  
NIP. 197307022003121002

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Ajriy Ushalli  
NIM : 16034036  
Program Studi : Fisika  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### **INSTRUMEN *SOLAR CHARGE CONTROLLER* MENGUNAKAN METODE *MAXIMUM POWER POINT* *TRACKING* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN *DISPLAY SMARTPHONE***

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Departemen  
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 24 Agustus 2022

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si
2. Anggota : Yohandri, M.Si., Ph.D
3. Anggota : Dr. Ramli, S.Pd., M.Si

1.   
2.   
3. 

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul "*Instrumen Solar Charge Controller Menggunakan Metode Maximum Power Point Tracking Berbasis Internet Of Things Dengan Display Smartphone*", adalah asli karya saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya tanpa bantuan pihak lain kecuali pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 24 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Muhammad Ajriy Ushalli  
NIM. 16034036

# ***Instrumen Solar Charge Controller Menggunakan Metode Maximum Power Point Tracking Berbasis Internet of Things dengan Display Smartphone***

**Muhammad Ajriy Ushalli**

## **ABSTRAK**

Energi matahari merupakan sumber energi potensial yang dapat dimanfaatkan Indonesia sebagai sumber energi terbarukan. Hal ini dikarenakan Indonesia berada di daerah yang dilewati garis khatulistiwa. Permasalahan pemanfaatan energi matahari yang terjadi yaitu rendahnya kemampuan tangkap daya dari sel surya serta susahnya akses dalam monitoring daya yang mampu dihasilkan oleh sel surya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan spesifikasi performansi dan desain dari instrumen *solar charge controller* menggunakan metode *maximum power point tracking* berbasis *internet of things* dengan *display smartphone*.

Penelitian ini tergolong dalam penelitian pengembangan. Pada sistem MPPT yang dihasilkan, ditambahkan fungsi IoT guna menjadi *display* kemampuan panen daya dari sel surya yang digunakan. Pada penelitian dijelaskan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain alat. Spesifikasi performansi menjelaskan kinerja dan fungsi dari setiap sistem pembangun alat. Dan spesifikasi desain menjelaskan kemampuan alat dalam panen daya sel surya serta kemampuan instrumen dalam *transfer* data dari instrumen ke *smartphone* melalui internet.

Hasil yang didapatkan dari penelitian untuk spesifikasi performansi pembangun instrumen menggunakan komponen dasar elektronika. Untuk sensor yang digunakan sensor arus ACS712 dan untuk sensor tegangan menggunakan resistor dengan prinsip rangkaian pembagi tegangan. Untuk mikrokontroler yang digunakan ada dua yaitu, Arduino pro mini sebagai mikrokontrol untuk sistem MPPT pada instrumen, dan nodeMCU ESP8266 sebagai sarana *transfer* data dari instrumen ke *smartphone* melalui internet. Spesifikasi desain didapatkan daya yang mampu dipanen oleh instrumen secara keseluruhan lebih baik dari pada tidak menggunakan instrumen MPPT. Dan untuk kemampuan transfer data dari instrumen ke *smartphone* didapatkan hasil yang lancar dan stabil.

**Kata Kunci:** *Solar Charge Controller, Maximum Power Point Tracking, Internet of Things*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala berkah, nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sebagai judul penelitian adalah “Instrumen *Solar Charge Controller* Menggunakan Metode *Maximum Power Point Tracking* berbasis *Internet of Things* dengan *Display Smartphone*”. Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana sains di program studi fisika departemen fisika Universitas Negeri Padang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Dengan dasar ini, tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada peneliti dalam menyusun skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si., sebagai pembimbing atas segala bantuannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Prof. Yohandri, M.Si., Ph.D., dan Bapak Dr. Ramli, S.Pd., M.Si., sebagai dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan saran kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini.
3. Bapak Mairizwan, M.Si., yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, bantuan, dan mengizinkan penulis untuk ikut dalam penelitian.

4. Ibu Syafriani, M.Si., Ph.D., selaku penasehat akademik dan ketua program studi fisika fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, universitas negeri padang.
5. Ibu Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si., selaku kepala departemen jurusan fisika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan, universitas negeri padang.
6. Bapak dan Ibu dosen departemen fisika FMIPA UNP.
7. Staf administrasi dan laboran departemen fisika FMIPA UNP.
8. Orang tua dan keluarga yang selalu mengirimkan doa dan dukungan.
9. Rekan-rekan mahasiswa departemen fisika FMIPA UNP yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti telah berusaha menyelesaikan dengan sebaik mungkin, akan tetapi penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Dengan alasan ini, peneliti mengharapkan masukan yang bersifat membangun untuk kesempurnaan penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca.

Padang, Agustus 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Pertanyaan Penelitian .....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II. KERANGKA TEORITIS .....</b>	<b>7</b>
A. Energi Matahari .....	7
B. Sel Surya.....	8
C. <i>Solar Charge Controller</i> .....	11
D. <i>Maximum Power Point Tracking (MPPT)</i> .....	12



E. <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	13
F. <i>NodeMCU ESP8266</i> .....	15
G. <i>Arduino IDE</i> .....	17
H. <i>Smartphone Android</i> .....	18
I. <i>App Inventor</i> .....	19
J. <i>Thingspeak</i> .....	20
K. Spesifikasi Performansi dan Desain .....	22
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	24
B. Alat dan Bahan .....	24
C. Jenis Penelitian .....	25
D. Data Penelitian .....	26
E. Prosedur Penelitian.....	26
1. Potensi dan Masalah.....	27
2. Mengumpulkan Informasi .....	27
3. Perencanaan Desain Produk .....	28
4. Validasi Desain .....	33
5. Revisi Desain.....	34
6. Pembuatan Dan Uji Coba Produk .....	34
7. Revisi Produk .....	35
8. Pengujian produk.....	35

F. Teknik Pengumpulan Data .....	35
G. Teknik Analisis Data .....	36
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
A. Hasil Penelitian.....	38
1. Potensi dan Masalah.....	38
2. Pengumpulan Informasi .....	39
3. Desain Produk .....	39
4. Revisi Desain.....	42
5. Pembuatan Produk.....	43
6. Uji Coba Pemakaian.....	46
B. Pembahasan .....	55
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>59</b>
A. Kesimpulan.....	59
B. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi Sel Surya.....	47
Tabel 2. Data Hasil Penelitian Menggunakan Sistem MPPT dan Tidak Menggunakan Sistem MPPT .....	49
Tabel 3. Data Ketepatan Instrumen MPPT Berbasis IoT .....	51
Tabel 4. Data Ketepatan Nilai Tegangan .....	51
Tabel 5. Data Ketepatan Nilai Arus .....	52
Tabel 6. Data Ketepatan Nilai Daya.....	53
Tabel 7. Data Ketelitian Nilai Tegangan.....	54
Tabel 8. Data Ketelitian Nilai Arus.....	54
Tabel 9. Data Ketelitian Nilai Daya .....	55

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Perbandingan Energi Matahari Perhari antara Indonesia, Jepang dan Jerman (Widayana, 2012).....	8
Gambar 2. Proses Pengambilan Energi Sel Surya (Widayana, 2012).....	9
Gambar 3. Rangkaian Ekuivalen Sel Surya (Hamdani,2011).....	10
Gambar 4. Kurva Karakteristik Keluaran Sel Surya.....	11
Gambar 5. Kurva Daya Keluaran dari Sel Surya (UTAMI et al., 2018).....	13
Gambar 6. Bagan pemanfaatan IoT .....	14
Gambar 7. Skema pin NodeMCU ESP8266 .....	16
Gambar 8. Tampilan Awal Arduino .....	18
Gambar 9. Tampilan Component Designer Aplikasi App inventor.....	20
Gambar 10. Tampilan Block Editor Aplikasi App Inventor (Turbak, 2014).....	20
Gambar 11. Tampilan Awal Thingspeak .....	21
Gambar 12. Tampilan Data Keluaran Sensor pada Thingspeak .....	21
Gambar 13. Langkah-langkah penggunaan Metode Research and Development (RnD) (Sugiyono, 2012) .....	26
Gambar 14. Blok Diagram MPPT dan Transmitter .....	28
Gambar 15. Blok Diagram Receiver.....	29
Gambar 16. Blok Diagram MPPT.....	31
Gambar 17. Blok Diagram Pengiriman ke Thingspeak .....	32
Gambar 18. Blok Diagram App Inventor.....	33

Gambar 19. Skema Rangkaian Elektronika Awal.....	40
Gambar 20. Display Aplikasi pada Smartphone .....	41
Gambar 21. Display Grafik pada Thingspeak yang Dapat Diakses Melalui App Inventor .....	42
Gambar 22. Skema Rangkaian Elektronika Akhir .....	43
Gambar 23. Instrumen MPPT Berbasis IoT.....	44
Gambar 24. Proses Pembuatan Rangkaian Instrumen .....	45
Gambar 25. Proses Pembuatan Sarana Receiver Data .....	46
Gambar 26. Sel Surya .....	48
Gambar 27. Buck Converter .....	48
Gambar 28. Grafik Daya Sel Surya Menggunakan MPPT dan Tidak Menggunakan MPPT .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Hasil Pengambilan Data Menggunakan MPPT dan Tidak Menggunakan MPPT .....	64
Lampiran 2. Tabel Data Ketelitian Alat .....	65

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Energi merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam menunjang kehidupan manusia sehari-hari. Indonesia masih menggunakan energi listrik yang dihasilkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Energi listrik yang digunakan ini kebanyakan menggunakan energi fosil yang tidak dapat diperbaharui (Fadriantam, 2013). Tentu saja persediaan energi fosil semakin menipis, sehingga dibutuhkan energi alternatif sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui di Indonesia.

Sebagai alternatif dari keterbatasan energi fosil, manusia mencoba untuk menciptakan beberapa peralatan untuk pemanen energi (*energy harvesting*). *Energy Harvesting* adalah proses dimana energi berasal dari sumber eksternal (tenaga surya, energi panas, energi angin, energi potensial, dan energi kinetik lainnya), ditangkap, dan dikonversikan menjadi energi listrik (Wang et al., 2015). Hal ini memenuhi konsep hukum kekekalan energi dimana energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi lainya. Berdasarkan konsep kekekalan energi, maka banyak hal yang dilakukan manusia guna mendapatkan sumber energi baru yang efektif dan efisien. Salah satunya yaitu dengan memanfaatkan energi matahari yang berlimpah pada daerah-daerah yang mendapatkan penyinaran matahari yang relatif lama.

Indonesia merupakan negara tropis yang berposisi dilewati oleh garis khatulistiwa. Oleh karena itu, Indonesia memiliki durasi siang dan malam yang relatif sama. Dan juga mengakibatkan Indonesia hanya memiliki 2 musim, yaitu

musim hujan dan musim kemarau. Sehingga Indonesia mendapatkan intensitas dan radiasi dari matahari yang baik (intensitas cahaya yang tidak fluktuatif) (Manan, 2009). Oleh karena itu, hal ini semakin mendukung penggunaan pembangkit listrik bertenaga surya sebagai usaha penggunaan sumber energi alternatif.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia memang belum optimal dalam penggunaannya (Asyari, 2019). Penerapan PLTS dapat dimanfaatkan pada perumahan atau sering disebut *Solar Home System* (SHS), pompa air, televisi, komunikasi, dan peralatan rumah lainnya (Rahardjo, 2005). PLTS merupakan teknologi yang ramah lingkungan karena tidak melepaskan polutan seperti halnya pembangkit listrik tenaga fosil. Pemanfaatan tenaga surya dapat menggunakan sel surya sebagai piranti yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik.

Sel surya menjadi sumber energi terbarukan yang menawarkan banyak keuntungan seperti tidak memerlukan bahan bakar fosil, hanya sedikit polusi, biaya perawatan kecil. Permasalahan yang didapatkan pada penggunaan sel surya adalah daya yang dihasilkan kecil, terutama pada saat kondisi radiasi matahari yang rendah. Dari yang telah dicapai hingga saat ini hanya mampu mendapatkan efisiensi 20%, masih dalam skala laboratorium. Kemampuan panen daya listrik yang dihasilkan berubah secara berkala seiring dengan perubahan intensitas matahari. Karakteristik daya keluaran sel surya sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari, posisi sel surya terhadap matahari dan temperatur pada permukaan sel surya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah algoritma untuk mencari titik daya maksimum yang dikenal dengan *Maksimum Power Point Tracking* (MPPT).

*Maximum power point tracking* (MPPT) merupakan salah satu cara agar pengambilan daya dari sel surya didapatkan maksimal (Dolara, 2009). MPPT



memiliki beberapa metode yang terdapat pada jurnal ilmiah dalam pengambilan daya agar didapat maksimum, dalam metode konvensional seperti *Constant Voltage Controller (CVC)*, *Perturb & Observe (P&O)* dan *Incremental Conductance (IC)* (Hamonangan, 2019). Pada penelitian ini digunakan metode *Perturb & Observe* yang dipadukan dengan rangkaian *Buck Boost Converter*. Hal ini dikarenakan metode P&O efektif dalam menemukan titik maksimum daya dari sel surya, serta ditambah dengan rangkaian *Buck Boost Converter* agar lebih efisien. Secara umum prinsip kerja MPPT yaitu mendeteksi serta mengontrol pengambilan daya dari rendah hingga ke puncak yang mampu dihasilkan sel surya, serta selalu mempertahankan daya keluaran berada di titik maksimum dari setiap perubahan radiasi matahari.

Selain itu permasalahan yang timbul dari sistem MPPT yang dikembangkan saat ini adalah dari display yang digunakan, yaitunya menggunakan *liquid crystal display (LCD)* yang terletak pada alat. Sehingga kita dapat melihat proses kerja alat dalam memanen daya secara langsung dengan turun ke lapangan. Hal ini menyulitkan kita dalam mengetahui kemampuan panen daya dari sel surya yang kita gunakan setiap saat. Mengetahui kemampuan panen daya MPPT kita butuh guna melihat kinerja dan permasalahan dari sistem tersebut. Sehingga kita membutuhkan metode baru dalam memberikan display MPPT agar lebih memudahkan dalam aksesnya.

Pada dasarnya tidak ada defenisi standar dari *Internet of Things (IoT)* (Tan, 2010). Tapi secara umum bisa kita lihat IoT merupakan salah satu cara memanfaatkan internet. IoT membuat segala hal yang kita butuhkan mampu terhubung ke internet dan dapat diakses dimanapun dan kapanpun selama kita

terhubung dengan internet. Mulai dari kebutuhan-kebutuhan dasar seperti pemanfaatan pada *smarthome* hingga kebutuhan-kebutuhan ilmiah seperti pengukuran-pengukuran parameter ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Dan karena hal ini juga IoT ini sangat bermanfaat untuk MPPT agar kita dapat mengetahui pengambilan daya maksimum secara *realtime* dan tidak perlu turun langsung ke lapangan.

Pengembangan IoT banyak dilakukan pada sektor pertanian, peternakan, *smarthome*, hingga dunia otomotif. Pada penelitian Arafat (2016) membahas mengenai pengamanan pintu rumah berbasis IoT. Dan pada penelitian Iqbal (2019) membahas mengenai sistem pengukuran suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor SHT75 dengan *display smartphone* untuk monitoring cuaca berbasis IoT. Hal ini membuktikan potensi dalam pemanfaatan konektivitas internet dapat terus dikembangkan sehingga menghasilkan manfaat yang banyak pada berbagai bidang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti membuat sistem MPPT sel surya berbasis IoT agar mempermudah aksesibilitas kita dalam melihat kemampuan panen daya dari sel surya yang digunakan. Sehingga penelitian ini berjudul “Instrumen *Solar Charge Controller* Menggunakan Metode *Maximum Power Point Tracking* Berbasis *Internet of Things* dengan *Display Smartphone*”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan masalah penelitian adalah “Apakah Instrumen *Solar Charge Controller* menggunakan Metode *Maximum Power Point Tracking* Berbasis *Internet of Things* dengan *Display Smartphone* Dapat Bekerja Mengontrol Daya Keluaran dari Sel Surya dan mengirim data yang didapat ke *smartphone* melalui internet?”.

### C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka dalam pembuatan MPPT berbasis IoT perlu diberikan batasan masalah yaitu spesifikasi performansi meliputi identifikasi setiap bagian pembentuk sistem alat, sedangkan spesifikasi desain meliputi kemampuan alat dalam panen daya secara maksimal dan kemampuan *transfer* data dari alat ke *smartphone* stabil dan berkelanjutan.

### D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi performansi instrumen *solar charge controller* menggunakan metode *maximum power point tracking* berbasis *internet of things* dengan *display smartphone*
2. Bagaimana spesifikasi desain dari instrumen *solar charge controller* menggunakan metode *maximum power point tracking* berbasis *internet of things* dengan *display smartphone*

### E. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Menentukan spesifikasi desain dari instrumen *solar charge controller* menggunakan metode *maximum power point tracking* berbasis *internet of things* dengan *display smartphone*
2. Menentukan spesifikasi performansi dari instrumen *solar charge controller* menggunakan metode *maximum power point tracking* berbasis *internet of things* dengan *display smartphone*

## F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat membuat Instrumen *Solar Charge Controller* Menggunakan Metode *Maximum Power Point Tracking* Berbasis *Internet of Things* dengan *Display Smartphone*
2. Dapat memudahkan dalam akses melihat kemampuan panen energi dari sel surya.
3. Bidang kajian elektronika dan instrumentasi ataupun jurusan fisika, sebagai acuan perkembangan ilmu dan teknologi yang berkembang sehingga melahirkan ide-ide baru yang lebih inovatif
4. Penulis, sebagai syarat projek akhir untuk kelulusan.
5. Peneliti lain, sebagai referensi penelitian lain untuk pengembangan selanjutnya.