

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM
PENDINGIN BATERAI *LITHIUM-ION* PADA
KENDARAAN LISTRIK BERBASIS *PCM (PHASE
CHANGE MATERIAL)***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE SUTRISNA

NIM. 2015213073

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN BATERAI *LITHIUM-ION* PADA KENDARAAN LISTRIK BERBASIS *PCM (PHASE CHANGE MATERIAL)*

Oleh

I MADE SUTRISNA

NIM. 2015213073

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

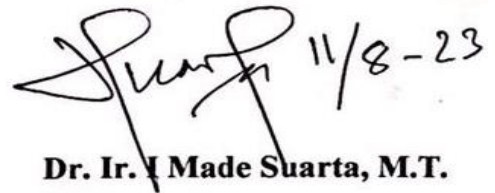
Dosen Pembimbing I



I Made Arsawan, S.T., M.Si.

NIP. 197610241998031003

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. I Made Suarta, M.T.

NIP. 196606211992032003

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M. Erg.

NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN BATERAI *LITHIUM-ION* PADA KENDARAAN LISTRIK BERBASIS *PCM (PHASE CHANGE MATERIAL)*

Oleh

I MADE SUTRISNA

NIM. 2015213073

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan dosen penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai buku Proyek Akhir pada hari/tanggal :
Senin / 14 Agustus 2023

Tim Penguji

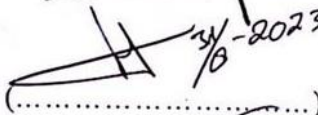
Penguji I : Dr. Drs. I Ketut Darma, M.Pd.
NIP. : 196412311991031025

Penguji II : Dra. Ni Wayan Sadiyahani, M. Hum.
NIP. : 196812121999032001

Penguji III : I Nengah Ardita, ST., MT.
NIP. : 196411301991031004

Tanda Tangan


(.....)


(.....)


(.....)

SURAT PERTANYAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Made Sutrisna

NIM : 2015213073

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Simulasi Sistem Pendingin Baterai
Lithium-Ion Pada Kendaraan Listrik Berbasis *PCM (Phase Change Material)*

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah proyek akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan perundang-undangan yang berlaku.

Jimbaran, 14 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



I Made Sutrisna
NIM. 2015213037

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan proyek akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu yaitu :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryantara, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak I Wayan Suastawa, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak I Made Arsawan, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Dr. Ir. I Made Suarta, M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
7. Kedua orang tua yang telah memberikan doa, dorongan, serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
8. Teman-teman penulis yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Bukit Jimbaran, 14 Agustus 2023

I Made Sutrisna

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Simulasi Sistem Pendingin Baterai *Lithium-Ion* Pada Kendaraan Listrik Berbasis *PCM (Phase Change Material)*”. Penyusunan proyek akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali. Dalam proses penyusunan proyek akhir ini mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, sehingga dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah berikutnya. Semoga proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Bukit Jimbaran, 14 Agustus 2023

I Made Sutrisna

RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN BATERAI *LITHIUM-ION* PADA KENDARAAN LISTRIK BERBASIS *PCM (PHASE CHANGE MATERIAL)*

ABSTRAK

Lithium-ion yang mulai berkembang menjadi sistem penyimpanan energi dari kendaraan listrik nyatanya memiliki beberapa permasalahan yang menghambat perkembangan kendaraan listrik. Permasalahan seperti pembatasan performa, biaya, masa pakai, dan juga keamanan dari baterai *lithium-ion* yang seluruhnya bergantung terhadap temperatur operasi baterai. Temperatur operasi yang hanya berkisar pada 25°C hingga 40°C untuk baterai *lithium-ion* dapat bekerja secara optimal, menyebabkan sangat dibutuhkannya sebuah sistem manajemen yang dapat menjaga temperature baterai dengan baik sehingga kendaraan listrik dapat bekerja pada performa terbaiknya.

Proyek penelitian ini menyelidiki teknologi pendinginan untuk diaplikasikan pada baterai lithium ion secara efisien dan efektif. Pendekatan penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan pendinginan berupa *Phase Change Material (PCM)* berupa campuran *parafin*, karbon bambu, dan *titanium dioxide (TiO₂)*. Prototipe sistem pendingin baterai ini dirancang dan dibangun agar dapat dievaluasi dan dikaji kineja pendinginan *Phase Change Material (PCM)* terhadap baterai *lithium-ion*, temperatur dan keunggulan ekonomis pada aplikasi sebagai sistem pendinginan baterai *lithium-ion*. Sistem pendingin ini dibangun di Laboratorium Mekanik, Politeknik Negeri Bali.

Hasil dari penelitian ini mencakup model, desain, dan prototipe sistem pendingin baterai *lithium-ion* motor listrik menggunakan metode *Phase Change Material (PCM)* dan buku laporan proyek akhir yang komprehensif tentang teknologi yang diusulkan. Dengan menggunakan bantuan *Phase Change Material* maka membantu laju panas baterai lebih lambat.

Kata kunci : Pendingin Baterai, *Lithium-ion*, *Phase Change Material*, *Motor DC-Wipper*.

SIMULATION DESIGN OF LITHIUM-ION BATTERY COOLING SYSTEM IN PCM-BASED ELECTRIC VEHICLES (PHASE CHANGE MATERIAL)

ABSTRACT

Lithium-ion, which is starting to develop into an energy storage system for electric vehicles, in fact has several problems that hinder the development of electric vehicles. Issues such as limiting performance, cost, service life, and also safety of lithium-ion batteries are all dependent on the operating temperature of the battery. The operating temperature is only around 25°C to 40°C for lithium-ion batteries to work optimally, so there is a great need for a management system that can properly maintain battery temperature so that electric vehicles can work at their best performance.

This research project investigates cooling technology to be applied to lithium-ion batteries efficiently and effectively. The research approach used was cooling in the form of a Phase Change Material (PCM) in the form of a mixture of paraffin, bamboo carbon and titanium dioxide (TiO₂). This battery cooling system prototype was designed and built to evaluate and study the Phase Change Material (PCM) cooling performance for lithium-ion batteries, temperature and economic advantages in applications as a lithium-ion battery cooling system. This cooling system was built at the Mechanical Laboratory, Bali State Polytechnic.

The results of this study include models, design, and prototypes of electric motor lithium-ion battery cooling systems using the Phase Change Material (PCM) method and a comprehensive final project report book on the proposed technology. By using the help of Phase Change Material, it helps the battery heat rate to be slower.

Keywords : Cooling Battery, Lithium-ion, Phase Change Material, Motor DC-Wipper.

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERTANYAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Rancang Bangun	4
2.2 Pengertian Simulasi	5
2.3 Motor Listrik.....	5
2.3.1 Jenis-jenis motor listrik	6
2.3.2 Prinsip kerja motor listrik DC	6
2.4 Baja	7
2.5 Baja <i>Hollow</i>	8
2.6 Baut dan Mur	10
2.7 Akrilik.....	11
2.7.1 Karakteristik akrilik.....	11
2.7.2 Jenis-jenis akrilik.....	12
2.8 Nikel	12

2.9	Karet Pintil.....	13
2.10	Las.....	14
2.11	Baterai Motor listrik	15
	2.11.1 Komponen <i>lithium-ion</i>	17
	2.11.2 Karakteristik baterai <i>lithium-ion</i>	17
	2.11.3 Sistem manajemen termal pada baterai <i>lithium-ion</i>	18
2.13	TiO ₂ (Titanium Dioksida).....	20
2.14	Karbon	20
2.15	Perpindahan Panas pada Sistem Pendingin Liquid.....	21
2.16	<i>Phase Change Material (PCM)</i>	22
	2.15.1 Aplikasi <i>phase change material (PCM)</i> pada bangunan	27
	2.15.2 Perlindungan dan transportasi produk yang peka terhadap suhu.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Jenis Penelitian	29
3.2	Alur Penelitian.....	30
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	33
	3.3.1 Lokasi penelitian	34
	3.3.2 Waktu penelitian	34
3.4	Penentuan Sumber Data.....	34
3.5	Sumber Daya Penelitian	35
3.6	Instrumen Penelitian	35
3.7	Prosedur Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Hasil Rancangan	37
4.2	Prinsip Kerja Alat	38
4.4	Proses Pengujian Alat.....	46
4.5	Hasil Pengujian.....	47
4.6	Analisis Data Hasil Pengujian	50
BAB V PENUTUP.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Titik leleh & panas peleburan laten beberapa jenis parafin	24
Tabel 2.2 Titik leleh & panas peleburan laten beberapa nonparafin.....	25
Tabel 2.3 Titik leleh & panas peleburan laten beberapa asam lemak	25
Tabel 2.4 Titik leleh dan panas peleburan laten beberapa hidrat garam	26
Tabel 2.5 Titik leleh dan panas peleburan laten beberapa <i>metallics</i>	27
Tabel 3.1 Waktu penelitian	34
Tabel 3.2 Tabel penelitian.....	36
Tabel 4.1 Pengujian suhu baterai tanpa <i>phase change material</i>	48
Tabel 4.2 Pengujian suhu baterai dengan <i>phase change material</i> parafin + TiO ₂	48
Tabel 4.3 Pengujian suhu baterai dengan <i>phase change material</i> parafin + karbon bambu.....	49
Tabel 4.4 Pengujian suhu baterai dengan <i>phase change material</i> parafin, TiO ₂ , dan karbon bambu.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor listrik DC wiper mobil.....	7
Gambar 2.2 Baja siku	8
Gambar 2.3 Baja hollow hitam	8
Gambar 2.4 Perbedaan marking dan spangle pada baja hollow galvalum.....	9
Gambar 2.5 Tampilan spangle pada permukaan baja hollow galvalum secara mikro-morfologi.....	10
Gambar 2.6 Baut dan mur	10
Gambar 2.7 Mesin las listrik	15
Gambar 2.8 Parameter baterai lithium-ion.....	16
Gambar 2.9 Aliran lithium-ion dalam sel baterai.....	17
Gambar 2.10 Komponen baterai <i>lithium-ion</i>	17
Gambar 3.1 Desain sistem pendingin	30
Gambar 4.1 Hasil rancang bangun	37
Gambar 4.2 Pengukuran akrilik	39
Gambar 4.3 Dudukan baterai	39
Gambar 4.4 Pengeboran akrilik.....	40
Gambar 4.5 Merangkai baterai.....	40
Gambar 4.6 Pemotongan besi	41
Gambar 4.7 Pengelasan.....	42
Gambar 4.8 Menyatukan rangka	42
Gambar 4.9 Pemotongan aluminium.....	43
Gambar 4.10 Menekuk aluminium	44
Gambar 4.11 Menimbang bahan	45
Gambar 4.12 Mencampur bahan	45
Gambar 4.13 <i>Phase Change Material</i>	46
Gambar 4.14 Proses pengujian alat.....	47
Gambar 4.15 Grafik Suhu Baterai.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Form Bimbingan Proyek Akhir Tahun Akademik 2022/2023 Pembimbing

I.

Lampiran 2 : Form Bimbingan Proyek Akhir Tahun Akademik 2022/2023 Pembimbing

II.

Lampiran 3 : Desain Rancang Bangun Proyek Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia otomotif merupakan ilmu atau bidang yang membahas mengenai sistem kendaraan yang meliputi perencanaan, pengembangan, produksi, hingga perawatan. Salah satu kendaraan yang saat ini mulai berkembang di Indonesia yaitu kendaraan berlistrik. Produk yang termasuk kendaraan berlistrik yaitu motor listrik, motor listrik merupakan mobil yang digerakkan oleh motor listrik menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Dalam motor listrik terdapat *Controller Mottor* yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan putaran motor dari sumber arus (baterai) yang di dalamnya ditanamkan algoritma pengaturan. Teknologi *Controller Mottor* pada motor listrik adalah rangkaian elektronik MOSFET, yang berfungsi sebagai pengaturan jumlah konsumsi arus yang dibutuhkan oleh motor untuk berputar dengan variasi kecepatan yang berbeda-beda. Akibat yang ditimbulkan dari proses pengaturan pada *Controller Mottor* adalah panas yang apabila tidak didinginkan akan merusak komponen-komponen pada *Controller Mottor*. Baterai motor listrik merupakan salah satu komponen terpenting dalam sebuah sistem mobil yang merupakan sumber kehidupan karena hanya energi listrik yang tersimpan di baterai yang akan menjadi satu-satunya sumber energi penggerak pada motor listrik. Apabila baterai pada motor listrik tidak didinginkan maka akan memperpendek usia komponen utama pada motor listrik.

Perpindahan panas pada sistem pendingin *Controller Mottor* merupakan suatu fenomena yang dapat disimulasikan. Dalam penelitian ini akan dilakukan simulasi pendinginann baterai pada motor listrik. Proses simulasi yang dilakukan menggunakan sistem *Phase Change Material (PCM)* merupakan suatu pemanfaatan media pendingin pasif pada baterai agar temperatur baterai dapat terjaga. sistem yang tertanam pada mobil dan dirancang untuk mengontrol berbagai fungsi di dalam mesin mobil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat beberapa rumusan masalah yang berkaitan dengan latar belakang tersebut. Adapun rumusan masalah yang ditemukan yaitu :

1. Bagaimanakah rancangan atau desain dari sistem pendingin baterai mobil listrik dengan berbasis *Phase Change Material (PCM)*?
2. Bagaimanakah kinerja pada baterai motor listrik apabila menggunakan pendingin baterai berbasis *Phase Change Material (PCM)*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan menyelidiki pengaruh pemanfaatan *Phase Change Material (PCM)* dalam bentuk pendinginan baterai yang hanya digunakan pada motor listrik. Material yang digunakan pada rancang bangun ini berbasis *Phase Change Material (PCM)* ini yaitu Parafin, TiO_2 (Titanium Dioksida), dan Karbon Bambu.

1.4 Tujuan Penelitian

Setiap penyusunan proyek akhir terdapat tujuan yang ingin dicapai, tujuan pada penelitian proyek akhir ini terdiri dari dua bagian yaitu :

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum yang ingin dicapai pada simulasi penelitian rancang bangun yang dilakukan yaitu :

1. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan dan mengembangkan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali salah satunya dalam bentuk rancang bangun.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus yang ingin dicapai pada simulasi penelitian rancang bangun yang dilakukan yaitu :

1. Untuk mendapatkan desain dari sistem pendingin baterai mobil listrik dengan menggunakan *Phase Change Material (PCM)*.
2. Mengetahui kinerja pada baterai motor listrik apabila menggunakan pendinginan baterai berbasis *Phase Change Material (PCM)*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis/mahasiswa, institusi, serta masyarakat. Manfaat dari penulisan proyek akhir ini yaitu :

1. **Bagi Penulis dan Mahasiswa**
Simulasi rancang bangun ini merupakan suatu sarana untuk dapat menerapkan dan mengembangkan ilmu yang sudah didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, agar dapat mengembangkan ide-ide atau gagasan serta mampu menerapkannya berdasarkan permasalahan yang sering kita temui sehari-hari.
2. **Bagi Institusi Politeknik Negeri Bali**
Manfaat yang didapatkan terhadap institusi yaitu mampu menciptakan serta mengetahui penyelesaian masalah yang kerap terjadi pada kehidupan masyarakat serta rekayasa teknologi yang semakin kuat.
3. **Bagi Masyarakat**
Manfaat yang didapatkan dari hasil rancang bangun yang akan dilakukan ini yaitu dapat membantu masyarakat dalam mengurangi pencemaran lingkungan karena telah menggunakan motor listrik serta membantu masyarakat dalam mengatasi panas yang terjadi pada baterai motor listrik dengan berbasis *Phase Change Material (PCM)*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun alat simulasi sistem pendingin baterai *lithium-ion* kendaraan listrik berbasis *Phase Change Material (PCM)* dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dimensi alat Simulasi sitem pendingin baterai *lithium-ion* kendaraan listrik berbasis *Phase Change Material (PCM)* adalah sebagai berikut :
 - a. Baterai yang digunakan sebanyak 35 *cell* dirangkai 7S dan 5P dengan tegangan 24 V, 10 AH.
 - b. *Casing* baterai dibuat menggunakan *acrylic sheet* dengan tebal 5mm, yang dibuat menyesuaikan ukuran 35 *cell* baterai.
 - c. Rangka dibuat menggunakan besi *hollow* 20mm x 20mm dengan Panjang 1160mm dan besi siku 40mm x 40mm dengan Panjang 1140mm.
 - d. *Phase Change Material (PCM)* dibuat dengan 9 campuran, antara parafin, TiO₂, dan carbon bambu, dengan wadah terbuat dari alumunium.
 - e. Motor listrik DC yang digunakan yaitu motor listrik DC wiper dengan tegangan 12 volt, daya 80 watt, torsi 10 Nm dan putaran 30 Rpm.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada baterai motor listrik tanpa menggunakan *Phase Change Material (PCM)* mendapatkan hasil temperatur baterai yang lebih cepat mengalami kenaikan suhu dibandingkan dengan menggunakan pendinginan berupa *Phase Change Material*. Tetapi, pada proses pengujian temperatur baterai tanpa PCM mencapai lebih dari temperatur kelayakan baterai sebanyak 45°C, sehingga pendinginan dengan *Phase Change Material* mulai terlihat pada rentang waktu 30 menit ke atas dimana temperatur baterai mencapai 40° celcius lebih, hal ini menunjukkan

bahwa tidak terdapat penurunan suhu baterai yang signifikan tetapi terdapat pelambatan pada kenaikan laju panas baterai.

5.2 Saran

Setelah melakukan perakitan pada alat simulasi sistem pendingin baterai *lithium-ion* kendaraan listrik berbasis *Phase Change Material (PCM)*, dapat diperoleh saran sebagai berikut :

1. Untuk beban yang digunakan sebaiknya memakai rangkaian sepeda motor listrik untuk mendapatkan panas baterai yang maksimal.
2. Perhatikan dengan baik dan jangan sampai membuat kesalahan ketika meneliti baterai *lithium-ion* agar tidak terjadi insiden.
3. Pada penelitian berikutnya, diharapkan untuk melakukan pemilihan bahan material yang baik agar mendapatkan hasil yang maksimal.
4. Pastikan menggunakan alat pelindung diri, untuk memastikan keamanan bila terjadi kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Loseta, F. P. (2022, Oktober). *Macam-Macam Perpindahan Kalor: Konveksi, Konduksi dan Radiasi. Aku Pintar.*
- Nissan. (n.d.). 6 Jenis Baterai Motor listrik dan Karakteristiknya. *Nissan.*
- Sidiq, R. K. (2015). Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Motor listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega16.
- Sohir, S. P. (2019). Perancangan Sistem Informasi Penilaian Siswa Untuk Meningkatkan Kinerja Wali Kelas Berbasis WEB Pada SMA Negeri 9 Kota Tangerang.
- Wikipedia. (2020, Agustus 31). Simulasi. *Wikipedia.*
- George, A. (1989). "Hand Book of Thermal Design." Phase Change Thermal Storage Materials. McGraw Hill Book Co, New York.
- Jamaluddin (2018). Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Pistoia, G. (2005). Batteries for Portable Devices. Elsevier, Amsterdam
- Roger S. Pressman (2014). Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw Hill, New York.
- Sperling, Daniel and Deborah Gordon (2009). Two billion cars: driving toward sustainability. Oxford University Press, New York.
- Timuda, G.E., Maddu, A., Irmansyah, W.B. (2010). "Sintesis Partikel Nanokristalline TiO₂ untuk Aplikasi Sel Surya Menggunakan Metode 50 Sonokimia". Prosiding: pertemuan ilmiah XXIV HFI jateng dan DIY, hal: 104-109.
- Zainun, A. (2006). Elemen Mesin 1. Refika Aditama, Bandung.
- Zumdahl, Steven S. (2009). Chemical Principles. Houghton Mifflin Company, Boston.