

**PENYUSUNAN *DRAFT* SNI MODUL BATERAI LITUM  
FERO FOSFAT SEKUNDER UNTUK DIGUNAKAN PADA  
KENDARAAN LISTRIK**

**Skripsi**



**NIKEN ARISTYAWATI  
I0312044**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2017**

**PENYUSUNAN *DRAFT* SNI MODUL BATERAI LITUM FERO  
FOSFAT SEKUNDER UNTUK DIGUNAKAN PADA  
KENDARAAN LISTRIK**

**Skripsi**

Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



**NIKEN ARISTYAWATI**

**I 0312044**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2017**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENYUSUNAN *DRAFT* SNI MODUL BATERAI LITUM FERO FOSFAT SEKUNDER UNTUK DIGUNAKAN PADA KENDARAAN LISTRIK

### SKRIPSI

oleh :

**Niken Aristyawati**  
**I0312044**

Telah disidangkan di Program Studi Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret dan diterima guna memenuhi persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Teknik.

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 10 Januari 2017

Tim Penguji :

- |                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Fakhрина Fahma, S.T.P., M.T.<br>NIP. 19741008 200003 2 001            | ( ..... ) |
| 2. Dr. Ir. Wahyudi Sutopo, S.T., M.Si, IPM<br>NIP. 19770625 200312 1 001 | ( ..... ) |
| 3. Roni Zakaria R, S.T., M.T.<br>NIP. 19750304 200012 1 006              | ( ..... ) |
| 4. Retno Wulan Damayanti, S.T., M.T.<br>NIP. 19800306 2005012 002        | ( ..... ) |

Mengesahkan,

**Kepala Program Studi Sarjana Teknik Industri  
Fakultas Teknik,**



**Dr. Ir. Wahyudi Sutopo, S.T., M.Si, IPM**  
**NIP. 197706252 00312 1 001**

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Saya mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik UNS yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Niken Aristyawati

NIM : I 0312044

Judul tugas akhir : Penyusunan *Draft* SNI Modul Baterai Litium Fero Fosfat Sekunder untuk Digunakan pada Kendaraan Listrik

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir atau Skripsi yang saya susun tidak mencontoh atau melakukan plagiat dari karya tulis orang lain. Jika terbukti Tugas Akhir yang saya susun tersebut merupakan hasil plagiat dari karya orang lain maka Tugas Akhir yang saya susun tersebut dinyatakan batal dan gelar sarjana yang saya peroleh dengan sendirinya dibatalkan atau dicabut.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila di kemudian hari terbukti melakukan kebohongan maka saya sanggup menanggung segala konsekuensinya.

Surakarta, 20 Januari 2017



Niken Aristyawati  
I0312044

## SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Industri UNS yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Niken Aristyawati

NIM : I 0312044

Judul tugas akhir : Penyusunan *Draft* SNI Modul Baterai Litium Fero Fosfat Sekunder untuk Digunakan pada Kendaraan Listrik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir (TA) atau Skripsi yang saya susun sebagai syarat lulus Sarjana S1 disusun secara bersama-sama dengan Pembimbing I dan Pembimbing II. Bersamaan dengan syarat pernyataan ini bahwa hasil penelitian dari Tugas Akhir (TA) atau Skripsi yang saya susun bersedia digunakan untuk publikasi dari *proceeding*, jurnal, atau media penerbit lainnya baik di tingkat nasional maupun internasional sebagaimana mestinya yang merupakan bagian dari publikasi karya ilmiah.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surakarta, 20 Januari 2017



Niken Aristyawati  
I0312044



## ABSTRAK

**Niken Aristyawati, I0312044. Penyusunan *Draft* SNI Modul Litium Fero Fosfat Sekunder untuk Digunakan pada Kendaraan Listrik : Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Desember 2016.**

Saat ini, standar dianggap menjadi hal yang penting, sehingga ketidaktersediaan standar memberikan dampak pada pihak-pihak tertentu seperti konsumen, produsen dan peneliti terkait. Ketidaktersediaan standar bagi konsumen memberikan dampak yaitu kerugian akibat tidak terjaminnya perlindungan yang menyangkut keamanan, kesehatan dan keselamatan. Sedangkan, bagi produsen memberikan dampak yaitu tidak terciptanya persaingan yang sehat dan transparan pada pasar domestik. Bagi peneliti, ketidaktersediaan standar mengakibatkan peneliti mengalami kesulitan untuk menentukan spesifikasi atau persyaratan khusus item lainnya yang berkaitan. Penelitian ini berkaitan dengan bagaimana membuat rancangan Standar Nasional Indonesia. Rancangan standar yang dibuat merupakan rancangan standar modul baterai litium fero fosfat sekunder yang digunakan pada kendaraan listrik. Pada penelitian ini, konsep rancangan *draft* standar diperoleh dengan melalui pendekatan FACTS (*A Framework for Analysis, Comparison, and Testing of Standard*). Terdapat empat tahapan utama yang dilakukan, yaitu analisis *stakeholder*, analisis teknis, perbandingan standar, dan pengujian standar. Pendekatan FACTS membantu memberikan kerangka untuk menganalisis, membandingkan, dan menguji standar dengan cara strukturisasi dan formalisasi informasi. Hasil penelitian yang dilakukan yaitu rancangan standar yang disepakati oleh *stakeholder* yang dilibatkan untuk menjadi input bagi Program Nasional Perumusan Standar (PNPS). Rancangan SNI yang dibuat berisi prosedur pengujian dan syarat nilai minimal energi densitas dan daya yang harus dipenuhi oleh modul baterai litium fero fosfat sekunder. Pengujian yang disyaratkan antara lain pengujian energi densitas, daya, vibrasi, kejutan mekanis, hubungan singkat, perendaman air, dan sistem pengendalian panas/pendinginan.

**Kata kunci:** Penyusunan, Rancangan, Standar, Standar Nasional Indonesia (SNI), Modul baterai sekunder, Litium Fero Fosfat, Kendaraan listrik, Pendekatan FACTS

xii + 104 halaman ; 16 gambar; 15 tabel; 7 lampiran

Daftar Pustaka: 58 (2002-2016)

## ABSTRACT

**Niken Aristyawati, I0312044. Establishment of SNI Draft for Lithium Ferro Phosphate Secondary Battery Modules Used in Electric Vehicles. Thesis. Surakarta: Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, December 2016.**

*Presently, standard plays important roles, so that the unavailability of standard has impact on related parties such as consumers, manufacturers, and researchers of new technology developments. For the consumers, the unavailability of standard has impact on losses that related to safety, soundness, and security. Whereas, for the manufactures, the unavailability of standard causes uncreated of upright and transparent competitiveness in domestic or local market. For the researchers of new technology developments, it causes the researchers come to grief to define particular specifications or requirements for the other related items. This study related to how to develop the draft of National Standard (SNI). The SNI related to Lithium Ferro Phosphate secondary battery modules for electric vehicle. The development of draft follows the FACTS approach (A Framework for Analysis, Comparison, and Testing of Standard). There are four main stages of FACTS approach. They are stakeholder analysis, technical analysis, comparison of standard, and testing of standard. The FACTS approach renders a framework to analyze, compare, and test the standard with additional information formalisms and structure. The result of this study is a national standard draft that has been agreed by related stakeholders becomes input for National Program of Standardization (PNPS). The national standard draft contains of the relevant testing procedures for battery module products and the minimum value requirement of density energy and power. The relevant testing procedures for battery modules are density energy test, power test, vibration test, mechanical shock test, short circuit test, water immersion test, and loss of thermal control test.*

**Keywords:** *Establishment, Draft, Standard, National Standard of Indonesia (SNI), Secondary Battery Module, Lithium Ferro Phosphate, Electric Vehicle, FACTS approach*

*xii + 104 pages ; 16 pictures; 15 tables; 7 appendix*

*Reference: 58 (2002-2016)*

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul “Penyusunan *Draft* SNI Modul Baterai Litium Fero Fosfat Sekunder untuk Digunakan pada Kendaraan Listrik” ini dengan baik. Laporan ini disusun untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Laporan Skripsi ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih atas bimbingan, bantuan, dan dukungan yang tak ternilai kepada pihak-pihak berikut:

1. Allah SWT atas limpahan berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu dan Alm. Bapak, yang senantiasa memberi kasih sayang yang tulus, bimbingan, semangat dan doa sehingga anak bungsu kalian ini dapat menyelesaikan perkuliahan ini dengan baik.
3. Kakak-kakak terbaikku, Santi Aristyawati, Sinta Aristyawati, Firman Yugas P, Nito Aristyawan, Wisnu Aristyawan, Krisna Aristyawan, Lia, Tutik, dan Rahma yang tidak lelah memberi semangat dan doanya.
4. Bapak Dr. Wahyudi Sutopo, S.T., M.Si. sebagai Kepala Program Studi Sarjana Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Surakarta.
5. Ibu Fakhрина Fahma, S.T.P., M.T dan Bapak Dr. Wahyudi Sutopo, S.T., M.Si sebagai dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan, waktu, nasihat dan kesabarannya selama proses penyelesaian penelitian dan laporan skripsi.
6. Bapak Roni Zakaria R, S.T., M.T. dan Ibu Retno Wulan Damayanti, S.T., M.T sebagai penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun atas penelitian ini.
7. Bapak Pringgo Widyo Laksono, S.T., M.Eng. sebagai dosen pembimbing akademik, atas bimbingan dan nasihatnya.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri UNS atas semua ilmu dan motivasi selama penulis mengikuti proses perkuliahan di TI UNS.
9. Seluruh Karyawan TU TI UNS atas segala bantuan administrasinya.



10. Keluarga besar ATILAS 2012, atas waktu, kebersamaan, kehangatan, dan kebersamaan yang luar biasa. Semoga kita semua menjadi orang yang sukses dan berguna bagi diri sendiri, keluarga, sahabat, dan orang-orang sekitar lainnya.
11. Sahabat “HAY” ku Kyukyu, Wawa, Dina dan Surya, atas keceriaan, momen, doa dan semangatnya.
12. Sahabat terbaikku Respati Ayu, Nury Ardillah, dan Finda Arwi M atas doa momen, waktu, dan dukungannya.
13. Sahabat lintas universitasku Abka dan Nia *featuring* Ndanda, atas keceriaan, waktu, dan semangatnya.
14. Teman-Teman KKN Kayangan, atas segala momen, keceriaan, dan dukungan kalian.
15. Kakak-kakak senior terbaikku, Justitieca, Ereika, Fatma, Zaesar, Dana, Danis, Benazir, Yessy, Kurnia, atas bimbingan, momen, dan semangatnya.
16. Teman-teman Vila Bengawan Mas, Ayu, Mbak Rahma, Virda, Helma, Galuh, Diska, Umi, Tami, Mbak Imung, Yohani atas segala momen dan waktunya.
17. Sahabat “Engineers Setrong” Indah, Ika dan Selvi, atas momen dan waktunya
18. Teman-teman asisten LSK 2012 Ditha, Ine, Nanda, dan Kiki atas kebersamaan, dukungan, dan kerjasamanya.
19. Adik-adik asisten LSK 2013 Alif, Budy, Royan, Nurul, Aryani, Ria, serta LSK 2014 Adrian, Akbar, Kiki, Zahra, Gerry, dan Tika, atas semangatnya.
20. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas bantuan, doa, semangat, dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri untuk segala masukan, kritik, dan saran. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca sekalian. Aamiin...

Surakarta, 20 Januari 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR</b>	vii
<b>DAFTAR ISI</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xii
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	<b>I-1</b>
1.1   Latar Belakang	I-1
1.2   Rumusan Masalah	I-5
1.3   Tujuan Penelitian	I-5
1.4   Manfaat Penelitian	I-6
1.5   Batasan Masalah	I-6
1.6   Asumsi	I-7
1.7   Sistematika Penulisan	I-7
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>II-1</b>
2.1   Baterai Litium-Ion Sekunder untuk Aplikasi Kendaraan Listrik	II-1
2.2   Standar dan Standardisasi	II-10
2.3   Adopsi Standar	II-13
2.4   Program Nasional Perumusan Standar	II-18
2.5   Penulisan Standar Nasional Indonesia	II-25
2.6   Pendekatan FACTS	II-28
<b>BAB III   METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>III-1</b>
3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	III-1
3.2   Penjelasan <i>Flowchart</i> Metodologi	III-2
<b>BAB IV   PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>	<b>IV-1</b>
4.1   Identifikasi Kebutuhan <i>Stakeholder</i>	IV-1
4.2   Kebutuhan Teknis	IV-5
4.3   Perbandingan Standar	IV-5
4.4   Pengujian Standar	IV-43
4.5   Rancangan <i>Draft</i> Standar	IV-47

<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN INTERPRETASI</b>	<b>V-1</b>
5.1	Analisis Konsep Rancangan <i>draft</i> SNI	V-1
5.2	Analisis Pengujian Standar	V-3
5.3	Analisis Tahapan Perumusan Standar dalam PNPS	V-7
5.4	Analisis Manfaat SNI bagi Konsumen, Produsen, dan Peneliti	V-8
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>VI-1</b>
6.1	Kesimpulan	VI-1
6.2	Saran	VI-1
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>VII-1</b>
<b>LAMPIRAN</b>		
Lampiran 1:	Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia	L-1
Lampiran 2:	<i>Focus Group Discussion</i>	L-3
Lampiran 3:	Dokumentasi <i>Focus Group Discussion</i>	L-13
Lampiran 4:	Kuesioner	L-15
Lampiran 5:	Hasil Kuesioner Verifikasi dan Validasi	L-23
Lampiran 6:	Rancangan <i>Draft</i> SNI Modul Baterai Litium Fero Fosfat Sekunder untuk Digunakan pada Kendaraan Listrik	L-27
Lampiran 7:	UU No 20 Tahun 2014 Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian	L-53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Performansi Tipe Baterai	II-2
Tabel 2.2	Spesifikasi Sel dan Modul Baterai Litium Fero Fosfat Sekunder UNS	II-7
Tabel 2.3	Jenis Tingkat Kesetaraan	II-16
Tabel 2.4	Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Perumusan SNI	II-21
Tabel 2.5	Unsur-Unsur pada Standar	II-27
Tabel 4.1	Rekapitulasi Keinginan <i>Stakeholder</i>	IV-2
Tabel 4.2	Analisis Teknis dengan Menggunakan <i>Zachman Framework</i>	IV-6
Tabel 4.3	Pengetahuan Umum Mengenai Standar Acuan	IV-30
Tabel 4.4	Pemenuhan Aspek Teknis	IV-41
Tabel 4.5	Persentase Adopsi Standar pada Rancangan awal SNI	IV-42
Tabel 4.6	Hasil FGD Eksternal I	IV-43
Tabel 4.7	Persentase Adopsi Standar pada Rancangan Perbaikan SNI	IV-44
Tabel 4.8	Rekapitulasi Hasil Kuesioner Verifikasi	IV-45
Tabel 4.9	Rekapitulasi Hasil Kuesioner Verifikasi	IV-46
Tabel 4.10	Susunan <i>Draft</i> RSNI Modul Litium Fero Fosfat Sekunder untuk Digunakan pada Kendaraan Listrik	IV-47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dan Konfigurasi Baterai pada Kendaraan Listrik	II-3
Gambar 2.2 Tipe Bentuk Sel	II-3
Gambar 2.3 Modul Baterai Litium Fero Fosfat Sekunder 12,8 V 20 Ah	II-6
Gambar 2.4 Modul Baterai Prismatic	II-6
Gambar 2.5 Tampilan BMS pada PC	II-9
Gambar 2.6 Tampilan BMS pada <i>Smartphone</i>	II-9
Gambar 2.7 Peranan Standar untuk setiap Tahapan pada <i>Life Cycle</i> Produk	II-10
Gambar 2.8 Tahapan-Tahapan PNPS	II-19
Gambar 2.9 Tata Cara Perumusan SNI	II-25
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian	III-1
Gambar 3.2 Tahapan pada Pendekatan FACTS	III-6
Gambar 4.1 Sistem Baterai Kendaraan Listrik	IV-42
Gambar 5.1 Persentase Adopsi Rancangan Awal SNI	V-3
Gambar 5.2 Persentase Adopsi Rancangan Perbaikan SNI	V-4
Gambar 5.3 Hasil Kuesioner Verifikasi	V-5
Gambar 5.4 Hasil Kuesioner Verifikasi	V-6