



polman astra
member of ASTRA

BUKU PROCEEDING

Seminar Nasional Efisiensi Energi untuk Peningkatan Daya Saing Industri Manufaktur & Otomotif Nasional (SNEEMO)

SNEEMO 2019

REVOLUSI INDUSTRI 4.0 & APLIKASINYA

- Otomasi Industri • IoT & Aplikasinya • Kecerdasan Buatan & Implementasinya
- Desain & Manufaktur

Reviewer

1. Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T.
2. Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D.
3. Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T.
4. Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM.
5. Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T.
6. Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Editor

1. Djoko Subagio, S.T., M.T., M.Sc.
2. Agus Ponco P. S.T., M.T.
3. Eka Samsul Ma'arif, S.T., M.T.
4. Lin Prasetyani, S.T., M.T.

LP2M POLITEKNIK MANUFAKTUR ASTRA
JAKARTA



polman astra
member of ASTRA

BUKU PROCEEDING

Seminar Nasional Efisiensi Energi untuk Peningkatan Daya Saing Industri Manufaktur & Otomotif Nasional (SNEEMO)

SNEEMO 2019

REVOLUSI INDUSTRI 4.0 & APLIKASINYA

- Otomasi Industri • IoT & Aplikasinya • Kecerdasan Buatan & Implementasinya
- Desain & Manufaktur

Reviewer

1. Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T.
2. Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D.
3. Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T.
4. Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM.
5. Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T.
6. Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Editor

1. Djoko Subagio, S.T., M.T., M.Sc.
2. Agus Ponco P. S.T., M.T.
3. Eka Samsul Ma'arif, S.T., M.T.
4. Lin Prasetyani, S.T., M.T.

**LP2M POLITEKNIK MANUFAKTUR ASTRA
JAKARTA**

BUKU PROCEEDING

**Seminar Nasional Efisiensi Energi untuk Peningkatan Daya Saing
Industri Manufaktur & Otomotif Nasional (SNEEMO)**

SNEEMO 2019

Jakarta, 27 November 2019

Revolusi Industri 4.0 & Aplikasinya

- Otomasi Industri
- IoT & Aplikasinya
- Kecerdasan Buatan & Implementasinya
- Desain & Manufaktur

Penerbit:

LP2M POLITEKNIK MANUFAKTUR ASTRA

Gedung Politeknik Manufaktur Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta 14330

Telepon: (021) 6519555 Fax: (021) 6519821

Email: Sekretariat@polman.astra.ac.id

Buku Proceeding Seminar Nasional Efisiensi Energi untuk Peningkatan Daya Saing Industri Manufaktur & Otomotif Nasional (SNEEMO)

SNEEMO 2019

Jakarta, 27 November 2019

Revolusi Industri 4.0 dan Aplikasinya

- Otomasi Industri
- IoT & Aplikasinya
- Kecerdasan Buatan & Implementasinya
- Desain & Manufaktur

Editor :

Djoko Subagio, S.T., M.T., M.Sc.

Agus Ponco Putro, S.Pd., M.T.

Eka Samsul Ma'arif, S.T., M.T.

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

ISBN : 978-602-71320-7-8

Penerbit:

LP2M POLITEKNIK MANUFAKTUR ASTRA

Gedung Politeknik Manufaktur Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta 14330

Telepon: (021) 6519555 Fax: (021) 6519821

Email: Sekretariat@polman.astra.ac.id

SUSUNAN PANITIA

Ketua	:	Djoko Subagio
Sekretaris	:	Asri Aisyah
Koord. Sie. Kepesertaan	:	Lin Prasetyani
Koord. Sie. Acara	:	Agus Ponco Putro
Sie. Acara	:	Sisia Dika Ariyanto Kristina Hutajulu Eka Samsul Ma'arif
Koord. Sie. Perlengkapan	:	Rahayu Budi Prahara
Sie. Perlengkapan	:	Stenli Octavian Eridheni Eko Ari Wibowo Asep Sugiono
Koord. Sie. Dokumentasi & Publikasi	:	Hence Ronald Runtuwene

Steering Committee

Dewan Pengawas:

Ir. Tony H. Silalahi, M.A.B.
Tonny Pongoh, S.H., LL.M.

Reviewer:

Dr.Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T.
Abdi S. Telaga, Ph.D.
Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T.
Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM.
Dr. Eng Agung Premono, S.T., M.T.
Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb,

Semangat pagi rekan-rekan peserta dan pemakalah pada SNEEMO (Seminar Nasional Efisiensi Energi untuk Peningkatan Daya Saing Industri dan Otomotif Nasional) 2019. SNEEMO adalah agenda rutin yang dilakukan oleh Polman Astra dari tahun ke tahun. Kegiatan seminar nasional ini merupakan salah satu dari tiga tugas pokok dosen dan bagian dari Tri Dharma Perguruan Tinggi (Pengajaran, Penelitian, dan Pengabdian masyarakat). Sesuai amanah Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, Pasal 46 ayat 2 bahwa hasil penelitian wajib disebarluaskan. Salah satu penyebarluasan hasil penelitian adalah dengan cara diseminarkan.

Publikasi penelitian para peneliti kami undang melalui *call for paper* SNEEMO pada Agustus 2019 dan kami mendapatkan antusias yang luar biasa dari para peneliti baik masyarakat industri terlebih lagi para akademisi. Jumlah *paper* yang diterima yaitu 38 *paper* dengan dua jenis revisi ABSTRAK yaitu revisi minor dan revisi mayor. Jumlah *paper* tersebut berasal dari 9 *paper* dari luar (LAPAN, ISTN, STT Fatahilah Cilegon, UNJ, Univ.Islam Asyafiah, Politeknik META Cikarang, Politeknik Negeri Sriwijaya, Akademi Teknik Pengukuran dan Instrumentasi). Selain itu adalah *paper* yang merupakan kontribusi akademisi Polman Astra sejumlah 29 *paper* dari prodi Mekatronika, Teknik Mesin, Teknik Manufaktur, Mesin Otomotif, dan Manajemen Informatika.

SNEEMO ini semakin istimewa karena Polman Astra, sebagai tuan rumah seminar kami mengundang juga praktisi-praktisi industri yang akan menjadi penyeimbang dan pengarah agar penelitian di perguruan tinggi bisa sinergi dengan kegiatan R&D di industri. Harapan kami dengan bertemunya para praktisi dari industri dan akademik yang meliputi peneliti, dosen, guru dan mahasiswa dari berbagai Sekolah Kejuruan, Universitas dan Politeknik dapat meningkatkan kualitas penelitian di sekolah dan perguruan tinggi masing-masing dan dengan mudah penelitian itu diimplementasikan di industri dan masyarakat.

Akhir kata terima kasih atas partisipasi rekan-rekan dan mohon maaf untuk kealpaan kami sebagai penyelenggara jika ada yang tidak berkenan.

Ketua Panitia SNEEMO 2019,
Jakarta, 27 November 2019

Djoko Subagio, S.T., M.T., M.Sc.

DAFTAR ISI

Hak Cipta / Penerbit.....	i
Susunan Panitia.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
CA-01 STUDI LITERATUR PENGUKURAN KEDALAMAN LAPISAN MANUFAKTUR ADITIF LOGAM MENGGUNAKAN TEKNOLOGI OPTIK Amalia Rakhmawati, Thierry Engel, Sylvian Lecler	7
CA-02 PENGEMBANGAN ALAT BANTU PEMBELAJARAN ANALISIS METODE ELEMEN HINGGA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB UNTUK KASUS PERPINDAHAN PANAS PADA BATANG SATU DIMENSI Muhamad Abu Hanifah, Agung Permono, Ragil Sukarno	12
CA-03 PERBAIKAN POSTUR KERJA OPERATOR ALUR PADA DEPARTEMEN <i>BACK TOP RAIL</i> DI PT. XYZ Herlina K Nurtjahyo, Novaldi Kurniawan	16
CA-04 PERANCANGAN ALAT BANTU PASANG <i>INSERT STUD</i> DAN <i>RECEPTABLE</i> UNTUK MENGURANGI WAKTU PROSES PRODUKSI <i>OUTSOLE KAKARY</i> P. Yudi Dwi Arliyanto, Rudi Swasto	21
CA-05 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI <i>JIG PAINTING PART COVER LAMP</i> DI PT AUTOPLASTIK INDONESIA Wahyudi, Adi Kurniadi Kuat	28
CA-07 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN <i>REAR TAB BENDING</i> UNTUK PRODUK <i>RAIL SEAT</i> BERDASARKAN <i>INQUIRY</i> PT. XYZ DI PT. AISIN INDONESIA Wahyudi, Agung Kaswadi, Achmad Khairul Amin, Nicolas Ego Guarsa	34
CA-08 APLIKASI <i>TRIZ EFFECT DATABASE</i> DALAM PERANCANGAN MEKANIK STUDI KASUS: PERANCANGAN ALAT PEMOSISI UNIT PISTON PADA MESIN <i>DRILLING OIL HOLE</i> Heri Sudarmaji, Hanif Ari Kurniawan	41
CA-09 MENURUNKAN <i>PENDING DELIVERY</i> KE PT. AHM <i>PLANT 3</i> DAN <i>3A</i> DENGAN RELOKASI DAN <i>RELAYOUT</i> GUDANG PT. ASTRA KOMPONEN INDONESIA Neilinda Novita Aisa, Yusuf Takwil Aziz	50
CA-10 KAJI EKSPERIMENTAL STRUKTUR STATIS TAK TENTU: JEPIT JEPIT Afriana Aghata Rahmadiantama, Soeharsono	57
CA-11 MENGURANGI TERJADINYA KESALAHAN PENGOPERASIAN REM DENGAN ALAT PEMBACA KESALAHAN PENGOPERASIAN REM KAKI PADA UNIT HD 465-7R DI PT UT SITE BENGALON Vuko A T Manurung, Yohanes C Utama, Aji Warnosari	60
CA-12 ANALISA <i>DEFECT</i> PADA <i>CYLINDER HYDRAULIC UNDERBODY MEDIUM VESSEL GROUP</i> DENGAN METODE DMAIC DI PT. UNITED TRACTORS PANDU ENGINEERING Nursim, Mohammad Aqif Dwi Febrianto	64
CA-13 MENGURANGI <i>LEAD TIME</i> PENCARIAN ALAT UKUR UNTUK MENCAPAI TARGET KALIBRASI DI <i>SECTION LAB. KALIBRASI</i> PT GEMALA KEMPA DAYA Edwar Rosyidi, Raizal Kahfi Rais	83
CA-14 MENURUNKAN <i>LEAD TIME DAMAGE CORE RETURN</i> DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI KDCR DI PT. X TBK. BALIKPAPAN Edwar Rosyidi, Dian Syahrian, Dzuhri Dhimas Al Arizki	90
CA-15 PENERAPAN 5R DALAM LEAN <i>MANUFACTURING</i> UNTUK MENIADAKAN KOMPONEN SISA PRODUKSI YANG TERTINGGAL DI <i>LINE ASSEMBLY</i> PT ASTRA OTOPARTS TBK DIVISI WINTEQ Nensi Yuselin, Adi Ardiyanto	96

CA-16	ANALISA PENGARUH APLIKASI <i>MULTIPLE GATE</i> PADA CETAK INJEKSI PLASTIK DENGAN METODE SIMULASI UNTUK MENURUNKAN CACAT <i>WARPAGE</i> Agung Kaswadi, Eko Ari Wibowo	103
CA-17	PENERAPAN <i>AUTOMATED VISION INSPECTION</i> PADA PROSES <i>QUALITY CONTROL</i> DI PERUSAHAAN OTOMOTIF Djoko Subagio, Muhammad Afif Amru, Rohmat Setiawan	109
CA-18	ANALISA PARAMETER KIMIA PROSES PENGETSAAN LOGAM DAN PEMBUATAN MESIN ETSA UNTUK MENGURANGI <i>REJECT</i> MISRUN PADA PISTON TIPE K81A DI PT FEDERAL IZUMI MANUFACTURING Ari Azhar, Stenli Octavian Eridheni	116
CA-19	PEMBUATAN SISTEM PRODUKSI UNTUK MENGURANGI WAKTU SIKLUS PRODUK MFL-001 PT LAKSANA TEKHNIK MAKMUR Nensi Yuselin, Miranda Dewantika	127
CA-20	PERBAIKAN SISTEM KERJA PADA PRODUKSI <i>SEMI TRAILER SIDE TIPPER 74</i> MENGGUNAKAN METODE <i>VALUE STREAM MAPPING</i> DI LINI <i>ASSEMBLING</i> PT UNITED TRACTORS PANDU ENGINEERING Eduardus Dimas A.S, Mohammad Sofian Albin	134
CB-01	RANCANG BANGUN <i>BATTERY MANAGEMENT SYSTEM</i> GUNDALA 1 Dewi Anggraeni, Satria Arief A, Abdul Rohman, Nurul Chasanah	141
CB-02	KENDALI AKSES SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR SIDIK JARI Yudi Wijanarko, Yordan Hasan, Abdurrahman, Selamet Muslimin, Renny Maulidda	145
CB-03	PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PADA OPERASI PLTG DAN PLTGU BERBASIS <i>PARTICLE SWARM OPTIMIZATION</i> A. Sofwan, M Febriansyah, A. Aditya	150
CB-04	PENINGKATAN EFISIENSI MOTOR INDUKSI 6 KV IDF PLTU SURALAYA BERBASIS OPERASI PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK M. Suwargina, Sudibyoy, Agus Sofwan	157
CB-05	<i>HOURLY ANALYSIS PROGRAM AS EFFICIENCY SOLUTION FOR POWER PLANT HVAC SYSTEM ENGINEERING DESIGN</i> Budi Hardjo, Zulham Lubis	164
CB-06	MODIFIKASI SISTEM KONTROL DAN PENAMBAHAN PENDETEKSI <i>TOOL DRILL</i> PATAH DI AREA <i>MACHINING</i> PT ABC Lin Prasetyani, William Sarfat, Jefferson Putra Iskandar	167
CB-07	SISTEM KONTROL MOTOR SERVO PADA PENGGERAK AXIS M6 <i>THREAD CHECK</i> UNTUK MENURUNKAN <i>CYCLE TIME</i> Eka Samsul Maarif, Dewi Kartika Ajeng Saputri, Ahmad Ridho Syaugi	173
CB-08	<i>ONLINE MONITORING</i> DAN AKUISISI DATA PADA GENERATOR LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER <i>ARDUINO UNO R3 MEGA328</i> DI PT LMS Agus Ponco Putro, Dewi Kartika Ajeng Saputri, Hawwin Nur Aziz P.U.	177
CB-09	OTOMATISASI <i>AUTOMATIC TRANSMISSION FLUID CHANGER</i> DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA DAN <i>MICROCONTROL</i> ARDUINO UNTUK MENGETAHUI KAPASITAS OLI YANG DIBUTUHKAN Andreas Adi Widartono, Stevanus Brian Kristianto, Lukyawan Pama Deprian	184
CB-10	PEMBUATAN SISTEM PEMANTAUAN GANGGUAN PADA MESIN PRODUKSI DI PT GEMALA KEMPA DAYA Mada Jimmy Fonda Arifianto, Kresna Dwi Wicaksono	190
CB-11	DIGITAL FUEL PUMP PRESSURE MEASURING TOOL Yohanes Agung Purwoko, Yohanes Climacus Utama, Fajar Puta Rahmad	196
CB-13	INSTRUMENTASI KUALITAS OLI RODA GIGI SAE90 API GL-5 PADA <i>HYPOID BEVEL GEAR</i> BERDASARKAN NILAI KONDUKTIVITAS ELEKTRIK BERBASIS PENGENDALI MIKRO Leo Setiawan, Yohanes C. Utama, Nur Rofiq Syuhada	201

CB-14	PEMBANGUNAN SISTEM INFORMASI PERENCANAAN KINERJA INDIVIDU KARYAWAN BERBASIS WEB DI POLITEKNIK JAKARTA Radix Rascalía, Adnan Bayu Aji, Kristina Hutajulu	207
CB-15	PEMBUATAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PENDIDIKAN TERPADU "TES DAN RAPOR" <i>ONLINE</i> PADA PT NADA UNTUK SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA) PROVINSI RIAU Theofilus Larosa, Indah Cyithia Devi, Isnaini Nur Khalifah	214
CB-16	PEMBANGUNAN SISTEM INFORMASI BERBASIS ANDROID UNTUK UNTUK PENERIMAAN DAN PEMERIKSAAN KUALITAS KOMPONEN DARI <i>QUALITY ASSURANCE</i> PT ABC Candra Bagus Kristanto, Betawan Fastanuaji, Radix Rascalía	221
CB-17	PEMODELAN ANALITIS DAN PEMODELAN NUMERIK PEMBEBANAN <i>BEAM</i> YANG DILETAKKAN PADA PERMUKAAN ELASTIS DAN PENERAPANNYA PADA TEKNIK KENDARAAN REL Brim Ernesto Kacaribu, Henry Tobing, Wanda	226
CB-18	PEMBUATAN PROTOTIPE <i>FUEL PUMP TEST BENCH</i> DENGAN METODE PENGUKURAN TEKANAN BAHAN BAKAR, ARUS DAN TEMPERATUR <i>FUEL PUMP</i> BERBASIS PENGENDALI MIKRO Ajib Rosadi, Ambar Wanto Satmoko, Randy Putra Afani	235

CB-01

RANCANG BANGUN BATTERY MANAGEMENT SYSTEM GUNDALA 1

Dewi Anggraeni¹, Satria Arief A², Abdul Rohman³ dan Nurul Chasanah⁴

1.PUSTEKBANG, LAPAN, Jl. Raya LAPAN Sukamulya Rumpin, Bogor, 16350, Indonesia

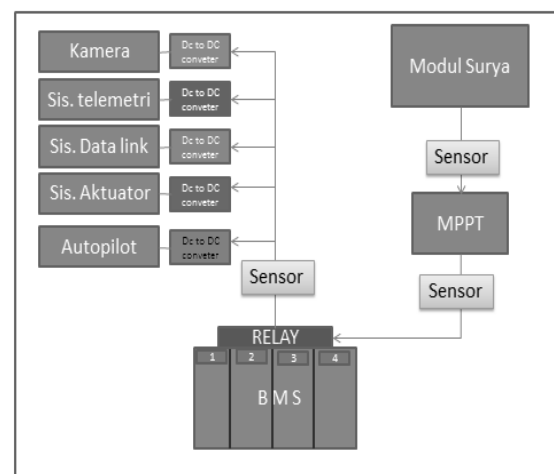
E-mail: dewi.anggraeni@lapan.go.id¹, satria.arief@lapan.go.id², abdul.rohman@lapan.go.id³, nurul.chasanah17@gmail.com⁴

Abstrak--Pusat Teknologi Penerbangan (PUSTEKBANG) adalah pusat yang melakukan penelitian dan pengembangan teknologi wahana terbang seperti pesawat terbang, dan pesawat tanpa awak. Pesawat tanpa awak bertenaga surya adalah salah satu kegiatan yang sedang diteliti dan dikembangkan oleh PUSTEKBANG. Manajemen energi dan lama terbang menjadi tujuan eksperimen yang dilakukan saat ini. Pesawat tanpa awak bertenaga surya memiliki beberapa tahapan pengembangan, saat ini kami melakukan rancang bangun *Battery Management System* (BMS). Penyimpanan daya listrik sangat penting untuk wahana yang bertenagakan listrik. Generasi daya listrik yang dihasilkan oleh modul surya akan masuk kedalam baterai dan beban daya akan di distribusikan ke beberapa sistem yang ada dalam pesawat seperti sistem aktuator, autopilot, sistem data link, sistem telemetri serta sistem kamera. Maka itu diperlukan manajemen dalam proses *charging* dan *discharging* untuk menghindari *overcharging* dan masalah kurangnya daya pada proses *charging*. Dan usaha memonitor kondisi baterai sangat penting untuk memastikan internal baterai, sehingga dapat dilakukan tindak lanjut berikutnya dengan mengontrol dan memproteksi baterai. Dalam makalah ini akan dijelaskan rancang bangun BMS yang kami namakan BMS Gundala 1 sebagai tahapan pengembangan kami dalam meningkatkan performansi pesawat tanpa awak khususnya wahana bertenaga surya.

Kata Kunci: Rancang, Bangun, Baterai, dan BMS

I. PENDAHULUAN

Pengembangan pesawat tanpa awak bertenaga surya banyak dikembangkan oleh negara maju maupun negara – negara berkembang [1,2,3,4]. Kebutuhan akan terbang yang lama menjadi topik yang banyak dibicarakan yaitu dengan mengkonversi energi listrik dari cahaya matahari. Pengembangan sistem elektrikal bertenaga surya sedang dikembangkan oleh PUSTEKBANG LAPAN. Sistem ini dibagi menjadi 3 subsistem yaitu sistem *photovoltaic*, *Battery Management System* (BMS) dan *Energy Management Systems* (EMS). Pada tahun 2019 ini kami melakukan pengembangan terhadap BMS setelah melalui penelitian dan rancang bangun sistem *photovoltaic* di tahun 2018 [5]. Pada Gambar 1 dapat dilihat skema sistem elektrikal bertenaga surya pada pesawat tanpa awak LAPAN *Surveillance UAV* (LSU). Dengan modul surya yang terpasang pada permukaan pesawat, cahaya matahari dikonversi menjadi energi listrik dan disimpan didalam BMS untuk dapat didistribusikan ke beberapa sistem seperti; sistem telemetri, sistem data link, sistem autopilot, sistem pengapian pada *engine* dan sistem aktuator serta sistem *payload* tambahan yang lain.



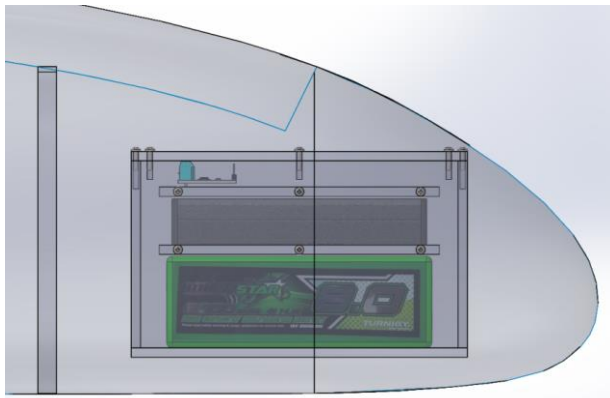
Gambar 1. Sistem Elektrikal Bertenaga Surya pada LSU

Baterai adalah komponen yang sangat penting untuk dapat memenuhi energi listrik pada sistem - sistem. Keamanan baterai dan kehandalannya diperlukan agar dapat bekerja secara efisien [6]. Agar baterai tahan lama dan aman, maka diperlukan untuk menengendalikan kelebihan daya (*over discharge*) dan kekurangan daya listrik dalam proses *charging* [6,7]. Serta *monitoring* beberapa parameter seperti arus, tegangan, *State of Charge* (SoC) baterai sehingga akan terwujud konsistensi kendali terhadap daya listrik ke sistem baik proses *charging*

maupung *discharging* [8,9]. Data yang tersimpan dapat menjadi analisis berikutnya, sehingga data menjadi tolok ukur kinerja BMS [10]. Kami telah melakukan rancang bangun BMS yang terbentuk dari elemen software dan *hardware*.

II. DESAIN BMS

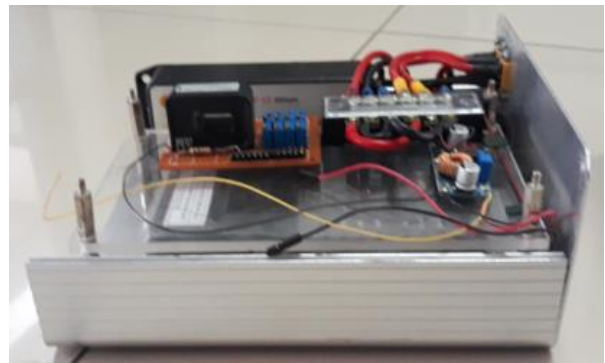
Baterai yang digunakan adalah baterai *lithium polymer*, dimana baterai *Lithium* memiliki energi besar dan kepadatan power yang tinggi, yang penting dalam teknologi penyimpanan listrik [11] serta siklus hidup yang panjang [12]. Baterai ini terdiri dari 4 baterai 4S dengan kapasitas 5000mAh, sebagai penyimpan energi dari modul surya dan penyedia energi bagi beberapa sistem yang ada di LSU. Modul surya akan melewati divais MPPT untuk mengendalikan daya yang masuk ke baterai agar tidak berlebih pada saat modul surya mencapai titik puncak generasi daya di siang hari. Dan mengamankan daya yang masuk ke baterai saat generasi daya berkurang di waktu pagi dan sore hari [5]. Sensor – sensor yang terpasang pada sistem elektrik bertenaga surya digunakan untuk memonitor arus dan tegangan yang masuk dan keluar baterai. Kendali BMS digunakan untuk menahan dan mengalirkan arus listrik pada baterai tertentu. Salah satu faktor fungsi yang sangat penting dalam BMS adalah *state of charge* (SOC) [12]. SOC didefinisikan sebagai presentasi kapasitas baterai dan ditampilkan dalam bentuk prosentase [7]. Sehingga BMS Gundala 1 ini melakukan fungsi *monitoring* arus, tegangan dan SOC. Serta mengendalikan arus yang masuk dan keluar baterai. Data tersebut akan diolah dalam elemen sinyal prosesing sehingga akurasi nilai dapat dicapai. Penyimpanan data dilakukan untuk melakukan analisis kinerja BMS, yang nantinya akan menjadi tolok ukur pengembangan BMS selanjutnya yang lebih baik. Rancang bangun ini terbagi dalam rancang bangun perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Detil rancangan akan dibahas pada paragraf selanjutnya.



Gambar 2. BMS pada Ujung *Nose* LSU

III. ARISTEKTUR PERANGKAT KERAS

BMS ini dibuat untuk pesawat LSU-03 yang akan diletakkan pada ujung *nose* pesawat seperti pada Gambar 2. Pada arsitektur perangkat keras memiliki topologi yaitu pengukuran arus dan tegangan, monitoring SOC, dan kendali arus *charging* dan *discharging* serta komunikasi antar muka. *Output* dari sensor akan diolah oleh My Rio sebagai data akuisisi dan memberikan *feedback* sensor dan *relay* ketika proses *charging* dan *discharging*. *Relay* digunakan sebagai penghubung dan pemuats jalur arus listrik dari baterai dan sisten kelistrikan. Indikator LED digunakan sebagai penanda awal sistem berjalan. *Buck converter* digunakan untuk mencacah tegangan baterai 16V sehingga keluarannya dapat sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh MyRio yakni 9 V. Rangkaian perangkat keras BMS dapat dilihat pada Gambar 3.



Tampak samping



Tampak atas

Gambar 3. Perangkat Keras BMS Gundala 1

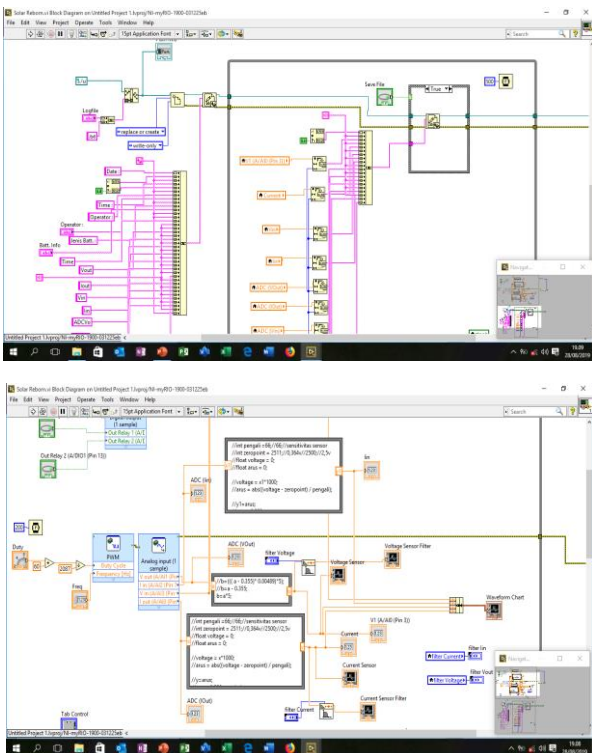
IV. ARISTEKTUR PERANGKAT LUNAK

Telah dijelaskan diatas bahwa estimasi SOC bagian penting dari BMS, sehingga beberapa metode dilakukan untuk mendapatkan nilai SOC, umumnya terdapat 2 metode yang digunakan, yaitu pengukuran langsung/ *direct measurement* yang terdiri dari *coulomb counting* (CC) dan *Open Circuit Voltage* (OCV). Sedangkan metoda yang kedua adalah metoda pendekatan model (*model based*) yang menggunakan dasar metoda algoritma Kalman Filter, Lubenger *observer* dan lainnya [12,13]. Metode yang

paling mendasar dalam penentuan SOC adalah *coulomb counting*. Pada BMS ini kami menggunakan metoda pengukuran langsung CC yang kami inputkan pada software LabVIEW. Metode ini berfokus pada kalkulasi jumlah kapasitas muatan baterai dalam satuan Coulomb. Pengukuran estimasi SOC dengan *Coulomb Counting* lebih akurat saat dihubungkan dengan beban. Persamaan algoritma dapat dilihat pada Persamaan (1).

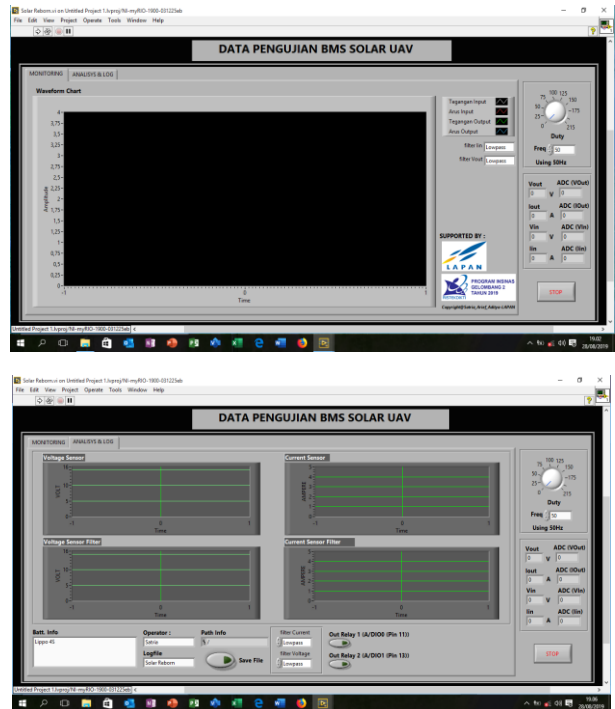
$$SOC = \frac{Q_{total} - Q_{out}}{Q_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

Data arus, tegangan dan SOC akan memalui elemen pengolahan sinyal seperti pada Gambar 4. Dimana data akan di filter dan di olah sehingga dapat dipresentasikan di layar antar muka oleh operator. Layar antar muka juga telah didesain, dapat dilihat pada Gambar 5. program yang telah dibuat meliputi pemrosesan sinyal, kendali arus *charging* dan *discharging*, penyimpanan data, presentasi data, komunikasi antar muka dengan mendesain *graphic user interface* dan membuat status *stand alone*, dimana dia dapat beroperasi secara mandiri (otomatis) juga dikembangkan agar dapat beroperasi pada saat pesawat terbang di udara.



Gambar 4. Diagram Pemrograman *Software* BMS

Pemrosesan sinyal terdiri dari *filtering* data, kendali data dengan program SOC maka kondisi tiap baterai dapat diketahui sehingga program berikutnya adalah menginstruksi kerja mosfet untuk mengaktifasi dan deaktifasi diantara 4 baterai tersebut.



Gambar 5. Layar Antar Muka *Software* BMS

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Telah didesain secara *software* dan *hardware* serta dibuat divais BMS untuk LSU. Metode *Coulomb Counting* untuk estimasi SoC, program juga telah dibuat sebagai bagian dari sistem pengukuran dan kendali *switching* untuk proses *charging* dan *discharging* baterai. Integrasi komponen juga telah dilakukan untuk membentuk BMS. Saran kedepan adalah melakukan verifikasi dan kalibrasi terhadap nilai yang terukur. Sehingga akurasi nilai tegangan, arus dan SoC tinggi.

VI. KUTIPAN DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Anggraeni, Y. Prabowo, dan G. S. Prabowo, "Solar LSU (LAPAN Surveillance UAV)", Prosiding Pertemuan Ilmiah XX dan Kongress MAPIN VI, IPB Bogor. ISBN Elektronik: 978-602-97569-2-0.
- [2] Hictro M. G. V, Design, Construction and Test of the Propulsin System of a Solar UAV" Thesis Master Science in Aerospace Engineering, March 2013.
- [3] Zhong L, Hiroshi K, "Design and Flight Of A Solar Powered Unmanned Air Vehicle For Long Endurance", 29th Congress of the International Council of the Aeronautical Science, st. Petersburg, Rusia, September 2014.
- [4] Andre Noth, "Design of Solar Powered Airplanes for Continous Flight", Disertasi Ecole polytechnique Federale de Lausanne, Suisse September 2008.

- [5] Anggraeni, D., Udhiarto, A., Wirawan, A., Ramadian, A. A., Pospawati, N. R., 2018. *Development and Analysis Characteristic Solar Powered System on LAPAN Surveillance UAV 03 (LSU 03)*. In Engineering Physics International Conference (EPIC). Surabaya. (American International of Physics) Conference series. dengan nomor 2088, 030023 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5095328>
- [6] Wuzhao Yan, Bin Zhang, Guangquang Zhao, Shijie Tang, Guangxing Niu, Xiaofeng Wang, "Battery Management System with Lebesgue Sampling-Based Extended Kalman Filter", IEEE Transactions on Industrial Electronics, DOI 10.1109/TIE.2018.2842782.
- [7] George S. Misyris, Dimitrios I. Doukas, Theofilos A. Papadopoulos, Dimitris P. Labridis, Vassilios G. Agelidis, "State-of-Charge Estimation for Li-ion Batteries: A More Accurate Hybrid Approach", IEEE Transactions on Energy Conversion, DOI 10.1109/TEC.2018.2861994.
- [8] Yong Luo, Yingzhe Kan, Yanli Yin, Li Liu, Huanyu Cui, and Fei Wu, "Study on a High-Accuracy Real-Time Algorithm to Estimate SOC of Multiple Battery Cells Simultaneously". Hindawi, Journal of Control Science and Engineering, Volume 2017, Article ID 5390149, 11 pages.
- [9] Hagen Haupt, Markus Plugger, Jurg Bracker, "Hardware-in-the-Loop of Battery Management Systems, 7th IFAC Symposium on Advances in Automotive Control, The International Federation of Automatic Control, September 4-7, 2013, Tokyo, Japan.
- [10] Datong Liu, Yue Luo, Limeng Guo, Yu Peng, "Uncertainty Quantification of Fusion Prognostics for Lithium-ion Battery Remaining Useful Life Estimation", IEEE Conference on Prognostic And Health Management (PHM), Gaithersburg, MD, USA, 2013.
- [11] António Gano, Hugo Silva, Hugo Silva and Maria Martins, "Smart battery management systems: towards an efficient integration of electrical energy storage in smart regions", Semantic scholar diterbitkan pada tahun 2013.
- [12] Taesic Kim, Yebin Wang, Zafer Sahinoglu, Toshihiro Wada, Satoshi Hara, and Wei Qiao, "State of Charge Estimation Based on a Real time Battery Model and Iterative Smooth Variable Structure Filter, IEEE Innovative Smart Grid Technologies – Asia (ISGT ASIA) Pages: 132 – 137, DOI: 10.1109/ISGT-Asia.2014.6873777.
- [13] Jiahao Li, "Adaptive Model-based State Monitoring and Prognostics for Lithium-ion Batteries" disertasi ulm University Jerman 2016.