

**RANCANG BANGUN *BOOST CONVERTER* UNTUK *CHARGING*
BATERAI *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) BERTENAGA SURYA**

(Skripsi)

Oleh

Valentin Jauhari



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *BOOST CONVERTER* UNTUK *CHARGING* BATERAI *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) BERTENAGA SURYA

Oleh

VALENTIN JAUHARI

Saat UAV melakukan suatu misi, UAV dituntut untuk memiliki durasi terbang yang lama sehingga misi yang dikerjakan bisa selesai. Durasi terbang yang pendek menyebabkan pekerjaan menjadi lebih lama selesainya. Konsumsi daya yang tinggi dibandingkan dengan kemampuan penyimpanan energinya yang terbatas, akan menyebabkan durasi terbang menjadi pendek. Salah satu alternatif untuk meningkatkan durasi penerbangan yaitu dengan menambahkan panel surya sebagai sumber energi tambahan. Dengan Adanya sumber energi lain yaitu menggunakan panel surya pada sistem *charging* baterai untuk menyuplai energi pada sistem daya di UAV, maka UAV dapat digunakan ke beban dan sekaligus dapat melakukan *charging* baterai. Sehingga durasi terbang dari UAV bertambah lebih lama dan memudahkan para pilot UAV atau pengguna UAV dalam melakukan *charging* baterai. Sistem *charging* baterai pada UAV bertenaga surya menggunakan DC-DC konverter yaitu *boost converter*. *Boost converter* dipilih karena dapat menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar dari tegangan sumber, dengan mengendalikan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). UAV tanpa panel surya hanya memiliki estimasi durasi terbang hanya 1 jam. Dengan menambah sistem *charging* baterai baterai pada UAV bertenaga surya estimasi durasi terbang menjadi 1 jam 30 menit. Artinya estimasi durasi terbang bertambah menjadi 30 menit.

Kata kunci — UAV, DC-DC Konverter, *Boost Converter* , Panel Surya.

ABSTRACT

DESIGN OF BOOST CONVERTER FOR BATTERY CHARGING OF SOLAR-POWERED UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV)

BY

VALENTIN JAUHARI

When UAV performs a mission, UAV is required to have a long flight time so that the mission they carry out can be completed. Short flight time will cause work completion longer. High power consumption compared to its limited energy storage capability, will cause flight time to be short. One alternative to increase flight duration is to add solar panels as an additional source of energy. With the existence of another energy source that is using solar panels in the battery charging system to supply energy for the power system in the UAV, the UAV can be used to load and be able to charge the battery at the same time. So, the flight duration of the UAV increases longer and makes it easier for UAV pilots or UAV users to charge the battery. The charging battery system on a solar-powered UAV uses a DC-DC converter which is the boost converter. The boost converter was chosen because it could produce an output voltage that was greater than the source voltage, by controlling the PWM (Pulse Width Modulation) signal. UAV without solar panels only has an estimated flight time of only 1 hour. By adding a battery charging system to the solar-powered UAV, the estimated flight time becomes 1 hour 30 minutes. It means that the estimated flight time increases to 30 minutes.

Keywords: UAV, DC-DC Converter, Boost Converter, Solar Panels

**RANCANG BANGUN *BOOST CONVERTER* UNTUK *CHARGING*
BATERAI *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) BERTENAGA SURYA**

**Oleh
VALENTIN JAUHARI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

**Judul Skripsi : RANCANG BANGUN BOOST CONVERTER
UNTUK CHARGING BATERAI UNMANNED
AERIAL VEHICLE (UAV) BERTENAGA
SURYA**

Nama Mahasiswa : Valentin Jauhari

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315031094

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

**Ir. Noer Soedjarwanto, M.T.
NIP 19631114 199903 1 001**

**Mona Arif Muda B, S.T., M.T.
NIP 19711112 200003 1 002**

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.Sc.
NIP 19711130 199903 1 003**

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

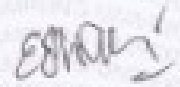
Ketua : Ir. Noer Soedjarwanto, M.T.



Sekretaris : Mona Arif Muda B, S.T., M.T.



Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Eng. Endah Komalasari, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 05 Agustus 2019

Surat Pernyataan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Agustus 2019



Valentin Jauhari

1315031094

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sumber Katon, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tanggal 03 September 1994. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Suharto dan Ibu Titin Handayani.

Mengenai riwayat pendidikan, penulis lulus Sekolah Dasar di SD N 2 Sumber Katon pada tahun 2007, lulus Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Seputih Surabaya pada tahun 2010, lulus Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Seputih Surabaya pada tahun 2013, dan diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) sebagai anggota kaderisasi periode 2014-2015, sebagai departemen pengembangan keteknikan periode 2015-2016, dan sebagai anggota Unila Robotika dan Otomasi (URO) dari Tahun 2013-2019. Penulis pernah melakukan Kerja Praktik (KP) selama 30 hari di PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras Tasikmalaya dan mengangkat judul pembangkit listrik tenaga hybrid dengan turbin angin dan panel surya di PT. Lentera Angin Nusantara.

Penulis juga sering mengikuti Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) yang diselenggarakan oleh Dikti. Prestasi penulis yaitu juara kedua KRTI 2015 Divisi pemantauan wilayah (*Mapping*) di Universitas Gajah Mada dan finalis KRTI 2017 Divisi *Mapping* dan *Monitoring* wilayah.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**DENGAN MENGHARAP RIDHO ALLAH SWT DAN
SYAFA'AT NABI MUHAMMAD SAW**

**KUPERSEMBAHKAN KARYA INI UNTUK BAPAK DAN IBU
TERCINTA,**

BAPAK SUHARTO

IBU TITIN HANDAYANI

KAKAK TERSAYANG,

NOVITA REVID INDARSIH

Dan

Terkasih,

Dewi Retno Rahayu, A. Md. Keb.

Keluarga Besar, Dosen, Teman dan Almamater Tercinta

Motto

"Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali bagi orang-orang yang khusyu', (yaitu) orang-orang yang meyakini bahwa mereka akan menemui Tuhannya dan bahwa mereka akan kembali kepada-Nya".

(Al-Baqarah: 45-46)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri."

(QS.ar-Ra'd:11)

"Jika kamu tak sanggup menahan lelahnya belajar, maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan"

(Imam Syafi'i)

"Seberapapun kesulitan dalam hidupmu pasti ada yang bisa kamu lakukan untuk meraih kesuksesan"

(Valentin Jauhari)

SANWACANA

Bismillaahirrohmaanirroohiim

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Sholawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW karena dengan perantara beliau kita semua dapat merasakan nikmatnya ibadah, nikmatnya bersyukur, dan insya Alloh nikmatnya surga.

Skripsi berjudul “ Rancang Bangun *Boost Converter* untuk *Charging* Baterai *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Bertenaga Surya” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung dan selaku pembimbing akademik, terima kasih atas bimbingan dan motivasinya selama menjalani perkuliahan.

4. Bapak Ir. Noer Soedjarwanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu.
5. Bapak Mona Arif Muda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping, terima kasih atas waktu dan bimbingannya selama mengerjakan skripsi, dan sebagai pembimbing Unila Robotika dan Otomasi (URO).
6. Ibu Dr. Eng Endah Komala Sari selaku Penguji Utama, terima kasih atas masukannya guna membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi.
7. Bapak dan Ibu Dosen tercinta yang selalu memberikan semangat, dukungan, nasihat, dan do'a yang tak henti-hentinya diberikan selama ini.
8. Dewi Retno Rahayu, A.Md.,Keb sebagai orang spesial yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta do'a yang tak ada hentinya sampai saat ini.
9. Anggota Jowo Grup Company (JGC) Agus, Faris, Yasin, Nasrul, Venus, Nanang, Ma'ruf, Rendi, dan Nurul yang selama menjalani perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini selalu direpotkan.
10. Teman-teman URO: Kak Aris, Kak Dana, Didi, Risky, Isol, Menachem, Riska, Rifki, Suci, Arya, Rudi, Meri yang selalu mengisi hari-hari baik suka maupun duka.
11. Seluruh teman-teman Teknik Elektro 2013 atas kebersamaan dan kekeluargaan yang kalian semua berikan kepada penulis, mulai penulis masuk kuliah hingga penulis menyelesaikan skripsi ini, terima kasih atas nilai kehidupan yang kalian berikan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini

Bandar Lampung, 15 Agustus 2019

Penulis,

Valentin Jauhari

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
SANWACANA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Hipotesis	4
1.7. Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV).....	6
2.2 Sel Surya	7
2.3 Karakteristik Panel Surya Sel Surya	8
2.3.1 Rangkaian Ekuivalen Panel Surya	8
2.3.2 Kurva Karakteristik Panel Surya	12
2.4 <i>Boost Converter</i>	13
2.5 Mikrokontroler Arduino	16
2.6 <i>Gate Driver</i>	17
2.7 Baterai	18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Pengujian Alat	28
3.4.1 Simulasi Alat	28
3.4.2 Pengujian Alat dan Sistem	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemodelan dan Pengujian Sistem <i>Charging</i> Baterai UAV Bertenaga Surya	32
4.1.1 Pemodelan Panel Surya	32
4.1.2 Pemodelan <i>Boost Converter</i>	35
4.1.3 Pemodelan alat kontrol panel surya dengan <i>boost converter</i>	38
4.2 Pengujian Model Panel Surya.....	39
4.2.1 Pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap Daya Keluaran Panel Surya.....	39
4.2.2 Pengaruh Perubahan Suhu terhadap Daya Keluaran Panel Surya.....	41
4.3 Perancangan Alat dan Pengujian Alat.....	43
4.3.1 Rancang Bangun <i>Boost Converter</i>	43
4.3.2 Rancang Bangun <i>Gate Driver</i>	49
4.3.3 Rancang Bangun Sensor Tegangan dan Sensor Arus.....	53
4.3.4 Perancangan <i>Isolated Power Supply</i>	56
4.3.5 Hasil Pengujian <i>Data Logger</i>	57
4.4 Perancangan Alat Kontrol Panel Surya Secara Keseluruhan dan Algoritma Pemrograman pada Arduino.....	58
4.5 Rancang Bangun UAV Bertenaga Surya.....	64
4.6 Perbandingan Durasi Motor pada UAV Tanpa Panel Surya dan UAV Bertenaga Surya.....	70

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pesawat udara tanpa awak atau UAV jenis <i>fixed wing</i>	6
2.2 Proses konversi energi matahari menjadi energi listrik	8
2.3 Rangkaian Ekuivalen dari Sel Surya.....	9
2.4 Kurva Karakteristik Arus-Tegangan dan Daya-Tegangan pada Sel Surya.....	12
2.5 Skema <i>boost conveter</i>	13
2.6 Prinsip Kerja <i>Boost Converter</i>	14
2.7 Arduino	16
2.8 Rangkaian dalam IC HCPL 3120	18
2.9 Baterai litium ion.....	20
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Rancangan <i>charging</i> baterai UAV bertenaga surya.....	25
4.1 Rangkaian pemodelan dari panel surya tipe <i>c60 sunpower</i>	34
4.2 Hasil pemodelan daya terhadap tegangan	34
4.3 Hasil pemodelan arus terhadap tegangan	35
4.4 Pemodelan rangkaian <i>boost converter</i> pada <i>simulink</i> Matlab.....	36
4.5 Pemodelan alat kontrol panel surys dengan <i>boost converter</i>	39
4.6 Grafik daya terhadap tegangan (P-V)	40
4.7 Grafik arus terhadap tegangan	40
4.8 Grafik karakteristik daya terhadap tegangan (P-V) ketika nilai suhu	

	bervariasi	42
4.9	Grafik karakteristik daya terhadap tegangan (I-V) ketika nilai suhu bervariasi	42
4.10	Hasil rancangan <i>boost converter</i> dengan sumber panel surya	44
4.11	Hasil perancangan pada PCB layout	46
4.12	Rangkaian <i>boost converter</i>	46
4.13	Grafik perbandingan tegangan pengukuran dan perhitungan <i>boost converter</i>	48
4.14	Gelombang <i>ripple</i> tegangan keluaran <i>boost converter</i>	49
4.15	Rancangan <i>gate driver</i> atau rangkain penguat sinyal	50
4.16	Rancangan <i>PCB Layout gate driver</i>	51
4.17	Rangkaian <i>gate driver</i>	51
4.18	Hasil pengujian <i>gate driver</i>	52
4.19	Rancangan sensor tegangan	53
4.20	Sensor arus <i>MAX471</i>	54
4.21	Rancangan rangkaian <i>isolated power supply</i>	57
4.22	Rancangan rangkaian secara keseluruhan dengan sumber panel surya	59
4.23	Realisasi rangkaian secara keseluruhan	60
4.24	Tampilan <i>software</i> Arduino IDE 1.0.6	62
4.25	Diagram alir pemrograman alat kontrol panel surya	63
4.26	Rancangan UAV bertenaga surya	64
4.27	Realisasi pembuatan UAV	65
4.28	Pemasangan panel surya pada UAV	66
4.29	Grafik tegangan terhadap waktu pengujian	73
4.30	Grafik arus terhadap waktu pengujian	73

4.31	Grafik data nilai <i>Irradiance</i> terhadap waktu	76
4.32	Grafik data nilai suhu terhadap waktu	76
4.33	Grafik data nilai Tegangan baterai terhadap waktu	77
4.34	Grafik data nilai arus baterai terhadap waktu	77

DAFTAR TABEL

Tabel.....	Halaman
2.1 Spesifikasi Arduino Uno	17
4.1 Parameter <i>Sunpower C60</i> pada <i>Standart Test Conditions</i> (STC)	33
4.2 Parameter perancangan <i>boost converter</i>	36
4.3 Pengujian perubahan <i>duty cycle</i>	47
4.4 Data Pengujian Sensor Tegangan	55
4.5 Data Pengujian Sensor Arus	56
4.6 Hasil pengujian pada <i>data logger</i>	58
4.7 Spesifikasi komponen elektrik UAV	67
4.8 Spesifikasi baterai dan panel surya	67
4.9 Spesifikasi baterai <i>lithium-ion</i>	68
4.10 Pengujian durasi motor <i>brushless</i> pada UAV tanpa panel surya	80
4.11 Pengujian durasi motor <i>brushless</i> pada UAV bertenaga surya	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan UAV (*unmanned aerial vehicle*) di dunia saat ini mulai berkembang dengan pesat dan penggunaan UAV diberbagai bidang sangatlah besar, baik dibidang militer maupun sipil. Secara pengendalian manual UAV dikendalikan dengan *remote control* [1]. Penggunaan UAV sering digunakan untuk pemetaan suatu wilayah, survei daerah-daerah bencana, foto dari udara serta untuk pengintaian musuh.

Belakangan ini tingkat kepentingan dalam pengembangan UAV untuk berbagai misi telah meningkat secara signifikan. Saat UAV melakukan suatu misi, UAV dituntut untuk memiliki durasi terbang yang lama sehingga misi yang dikerjakan akan bisa selesai. Durasi terbang yang pendek dari UAV akan menyebabkan pekerjaan menjadi lebih lama selesainya, misalnya pada kasus ketika melakukan pemetaan dan survei daerah, pilot UAV atau pengguna UAV sering dihadapkan dengan pemakaian baterai yang terlalu singkat, hal ini menyebabkan pengerjaan pemetaan maupun survei daerah menjadi lebih lama.

Saat UAV beroperasi atau diterbangkan kendala yang utama yaitu konsumsi daya yang tinggi dibandingkan dengan kemampuan penyimpanan energinya yang terbatas menyebabkan durasi terbang menjadi pendek. Masalah ini sudah menjadi umum bagi pilot UAV atau pengguna UAV mengenai sumber energi yang terbatas dan durasi penerbangannya yang pendek.

Alternatif untuk meningkatkan durasi penerbangan atau waktu tempuh yaitu dengan menambahkan panel surya sebagai sumber energi tambahan. Adanya sumber energi lain yaitu menggunakan panel surya pada sistem *charging* baterai untuk menyuplai energi pada sistem daya di UAV, maka UAV dapat digunakan ke beban dan sekaligus dapat melakukan *charging* baterai. Sehingga durasi terbang dari UAV bertambah lebih lama dan memudahkan para pilot UAV atau pengguna UAV dalam melakukan *charging* baterai. Sistem *charging* baterai pada UAV bertenaga surya menggunakan DC-DC konverter yaitu *boost converter*. *Boost converter* dipilih karena dapat menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar dari tegangan sumber, dengan mengendalikan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada skripsi ini yaitu :

1. Merancang UAV bertenaga surya yang mempunyai durasi terbang yang lama.
2. Merancang *boost converter* untuk sistem *charging* baterai pada UAV bertenaga surya.

3. Membandingkan durasi kerja motor *brushless* pada UAV tanpa panel surya dengan UAV bertenaga surya.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan sebuah UAV bertenaga surya yang mempunyai durasi terbang yang lama sehingga memudahkan pilot atau pengguna UAV.
2. Dengan membuat *boost converter* untuk sistem *charging* baterai pada UAV bertenaga surya maka baterai UAV dapat melakukan *charging* baterai dan sekaligus dapat digunakan untuk mencatu daya ke beban.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana membuat UAV bertenaga surya yang memiliki durasi terbang yang lama.
2. Bagaimana membuat *boost converter* untuk sistem *charging* baterai UAV yang dapat digunakan untuk mencatu daya ke beban dan sekaligus dapat melakukan *charging* baterai.

1.5 Batasan Masalah

Berapa hal yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian alat dilakukan didarat, tidak melakukan pengujian wahana di udara atau UAV tidak diterbangkan.

2. Hanya membahas *boost converter* sebagai sistem *charging* pada baterai UAV bertenaga surya.
3. Tidak membahas pengoptimalan daya pada panel surya.

1.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah UAV yang ditambahkan panel surya yang dipasang pada sayap UAV akan memberikan suplai daya tambahan pada baterai untuk proses *charging*, sehingga durasi terbang dari UAV akan bertambah. UAV bertenaga surya mempunyai sistem yang mampu men-*charging* baterai dan sekaligus digunakan untuk menyuplai ke beban.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan pada skripsi ini disusun menjadi beberapa bab. Sistematika penyusunan pada skripsi ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari suatu permasalahan, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori dasar yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode-metode yang akan digunakan pada proses perancangan serta pembuatan alat, diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, pembuatan alat dan pengujian sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan hasil pengujian dan pembahasan tentang data - data yang diperoleh pada pengujian alat.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan dari semua kegiatan dan serta hasil yang diperoleh pada proses perancangan dan pembuatan alat. Diberikan juga saran - saran yang perlu dipertimbangkan dalam upaya pengembangan alat lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan wahana udara yang tidak mempunyai awak yang berada di dalam pesawat. UAV dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan *remote control* dari luar kendaraan pada tempat tertentu. Adanya UAV ini data yang diperoleh biayanya murah, aman pada kondisi cuaca kemudian lebih cepat [2]. Model UAV *fixed wing* (bersayap tetap) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pesawat udara tanpa awak atau UAV jenis *fixed wing*.

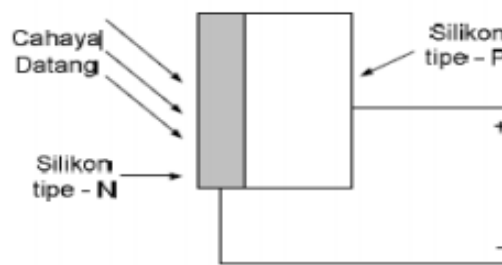
UAV diberbagai belahan dunia digunakan untuk keperluan misi militer misalnya untuk pemotretan wilayah musuh, untuk memata-matai musuh. Biasannya untuk keperluan sipil, UAV digunakan untuk pemetaan daerah

atau suatu kawasan terpencil, pemantauan kemacetan dan daerah pasca bencana. UAV dapat beroperasi atau dijalankan secara *autonomous* atau dikendalikan dengan pilot pada *ground control station*. UAV dapat diprogram dengan *software mission planer* untuk melakukan misi penerbangan yaitu jarak tempuh (*waypoint*), ketinggian terbang, kecepatan terbang dan berapa lama terbang. Keuntungan menggunakan UAV yaitu dapat mengurangi dampak resiko pilot atau orang yang menerbangkan UAV pada daerah berbahaya. Namun UAV mempunyai kendala yaitu durasi terbangnya yang singkat. Saat UAV *low battery* atau baterai akan habis maka UAV harus didaratkan terlebih dahulu untuk mengisi ulang baterai. Meningkatkan kapasitas baterai atau jumlah baterai mengakibatkan UAV bertambah berat, hal ini bukan menjadi solusi yang baik [3]. Salah satu kemungkinan untuk meningkatkan durasi penerbangan atau waktu tempuh yaitu dengan menambahkan panel surya untuk *men-charging* baterai. Sehingga UAV dapat melakukan charging sekaligus digunakan untuk mencatu daya ke beban.

2.2 Sel Surya

Sel surya merupakan sebuah perangkat semikonduktor yang mampu mengubah pancaran dari matahari menjadi sebuah energi listrik DC (arus searah). Penyusuna seri ataupun paralel mampu menghasilkan keluaran daya sesuai dengan keinginan. Kumpulan dari sel surya ini apabila terkena paparan sinar matahari akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik dari sel surya ini dapat disimpan didalam baterai sebagai cadangan energi listrik.

Sebuah sel surya secara sederhana terdiri dari dua sambungan semikonduktor yaitu bertipe P dan N, apabila sambungan tersebut terpapar radiasi matahari maka akan terbentuklah aliran elektron, dari aliran elektron ini akan menghasilkan arus listrik. Proses dari konversi energi matahari menjadi sebuah energi listrik dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini



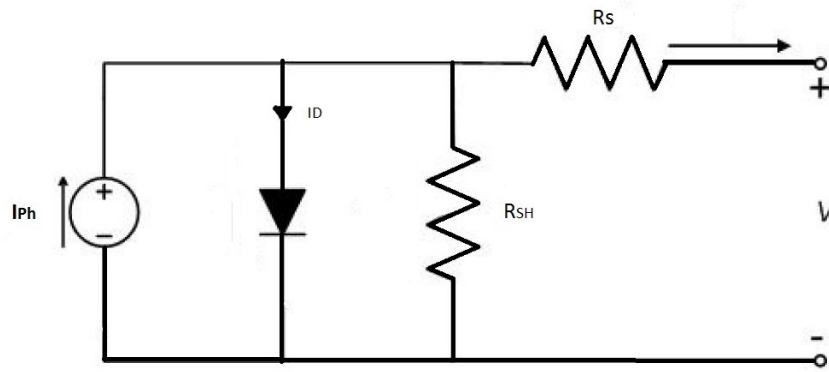
Gambar 2.2 Proses konversi energi matahari menjadi energi listrik [4]

Semakin luas permukaan panel surya, maka akan semakin besar arus yang didapatkan. Biasanya satu sel surya mampu menghasilkan tegangan sebesar 0,5 Volt [4].

2.3 Karakteristik Sel Surya

2.3.1. Rangkaian Ekuivalen Sel Surya

Pada rangkaian ekuivalen sel surya terdiri dari arus foltaik (I_{pv}), dioda, hambatan seri (R_s) dan hambatan paralel (R_{sh}), seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Rangkaian Ekivalen dari Sel Surya [5]

Pada gambar terdapat *photocurrent* (I_{ph}), *photocurrent* merupakan sebuah arus yang berasal langsung dari penyinaran matahari pada panel surya. Hasil dari I_{ph} ini akan bervariasi sesuai dengan pancaran sinar matahari dan suhu permukaan dari panel surya. Hambatan intrinsik paralel dan seri dari sebuah sel panel surya dapat dilambangkan dengan R_{sh} dan R_s . Persamaan 2.1 merupakan prinsip sederhana pada rangkaian ekivalen sel surya. Arus dari sel surya didapatkan dari pengurangan arus I_{ph} , arus dioda dan arus paralel, yang dirumuskan sebagai berikut [6]:

$$I_{pv} = I_{ph} - I_D - I_{rsh} \quad (2.1)$$

Persamaan di atas dapat dijabarkan dengan persamaan berikut :[6]

$$I_{pv} = N_p I_{ph} - N_p I_s \left(\exp \frac{q(V_{pv} + I_{pv} R_s)}{N_s A k T_c} - 1 \right) - \frac{(V_{pv} + I_{pv} R_s)}{R_{sh}} \quad (2.2)$$

Dimana:

I_{pv} = Arus *photovoltaic*

I_{ph} = *Photocurrent*

I_D = Arus pada dioda

I_{rsh} = Arus hambatan *shunt*

I_s = Arus saturasi sel surya

q = Elektron = 1.6×10^{-19} C

V_{pv} = Tegangan pada sel

T_c = Suhu kerja sel

R_s = Hambatan seri

R_{sh} = Hambatan *shunt*

A = Dioda faktor

k = Konstanta Boltzmann = 1.38×10^{-23} J/K

N_s = Jumlah sel surya yang disusun seri

N_p = Jumlah sel surya yang disusun paralel

pada persamaan 2.2 ada beberapa parameter yang tidak diketahui dan belum dijabarkan diantaranya arus *photovoltaic* (I_{ph}), arus saturasi sel surya (I_s), hambatan seri (R_s), hambatan paralel (R_{sh}) dan besarnya faktor dioda (A).

Persamaan untuk mencari arus photovoltaic (I_{ph}) yaitu :

$$I_{ph} = [I_{sc} + K_i(T_c - T_{ref})] \frac{\beta}{\beta_{ref}} \quad (2.3)$$

Dimana:

β = *Solar irradiance*

β_{ref} = *Solar irradiance reference* = 1000 W/m^2

K_i = Koefisien suhu dari arus I_{sc}

I_{sc} = Arus hubung singkat pada suhu kerja

Persamaan untuk mencari I_s atau arus saturasi dioda. Besarnya arus saturasi ini dirumuskan sebagai berikut:

$$I_s = I_{rs} \left[\frac{T_c}{T_{ref}} \right]^3 \exp \left[\frac{qE_g}{Ak} \left\{ \frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T_c} \right\} \right] \quad (2.4)$$

Dimana:

T_{ref} = Suhu referensi = 25 °C = 298 K

I_{rs} = Arus saturasi gelap

Persamaan untuk mencari arus saturasi gelap (I_{rs}) yaitu :

$$I_{rs} = I_{sc} / [\exp(qV_{oc}/N_s Ak T_{ref}) - 1] \quad (2.5)$$

Dimana:

I_{sc} = Arus hubung singkat

V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka

Persamaan untuk mencari hambatan Seri (R_s) yaitu :

$$R_s = \frac{\frac{N_s n k T_c}{q} \ln \left(1 - \frac{I_m}{I_{sc}} \right) + V_{oc} - V_m}{I_m} \quad (2.6)$$

Persamaan untuk mencari faktor dioda (A) yaitu :

$$A = \frac{q(2V_m - V_{oc})}{N_s k T \left(\frac{I_{sc}}{I_{sc} - I_m} + \ln \left(1 - \frac{I_m}{I_{sc}} \right) \right)} \quad (2.7)$$

Dimana:

I_m = Arus maksimum sel surya

V_m = Tegangan maksimum sel surya

Persamaan untuk mencari nilai hambatan *shunt* yaitu :

$$R_{sh} = \frac{0,5V_{oc} - V_{sc}}{I_{sc} - I_x} \quad (2.8)$$

Dimana:

V_{oc} = Tegangan *open circuit* sel surya

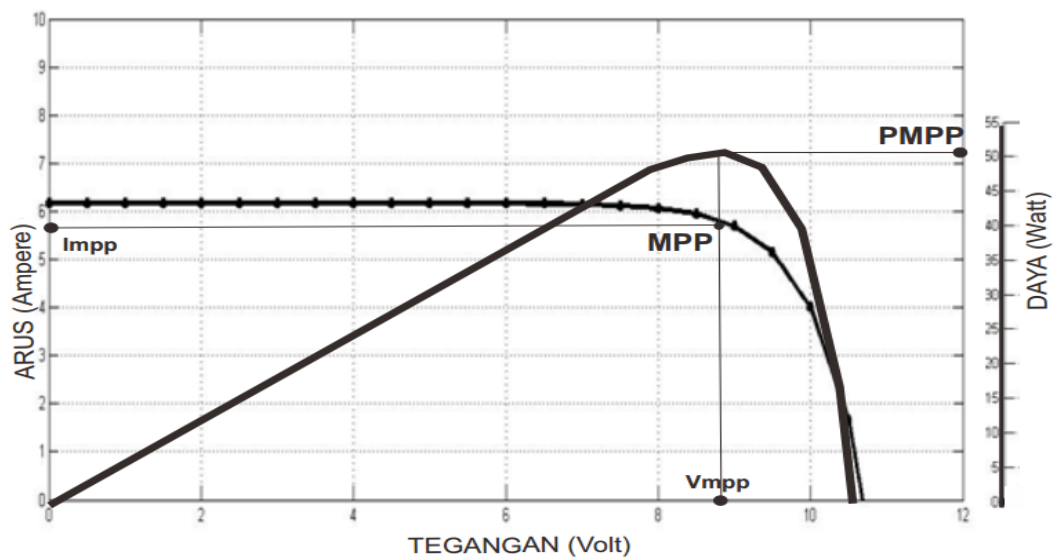
V_{sc} = Tegangan *short circuit* sel surya

I_{sc} = Arus hubung singkat pada suhu kerja

I_x = Arus pada hambatan Shunt

2.3.2. Kurva Karakteristik Panel Surya

Panel surya memiliki kurva karakteristik yang menunjukkan hubungan antara arus terhadap tegangan keluaran (kurva I-V) dan daya terhadap tegangan keluaran sel surya (kurva P-V). Kurva ini ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut:



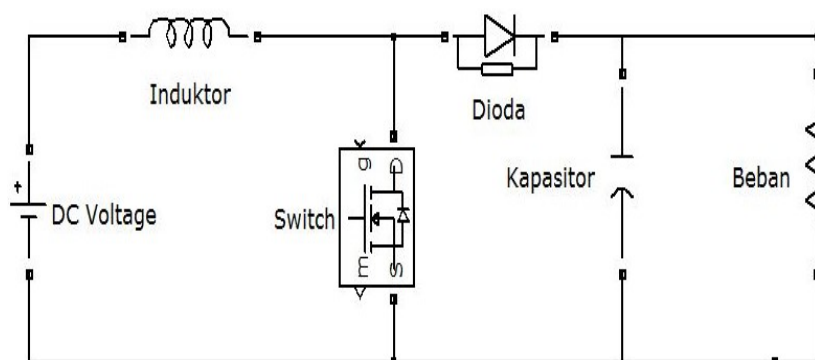
Gambar 2.4 Kurva Karakteristik Arus-Tegangan dan Daya-Tegangan pada Sel Surya

Saat tahanan bernilai tidak terhingga (*open cicuit*) maka nilai arus minimumnya nol dan tegangan sel bernilai maksimum, yang disebut tegangan *open circuit* (V_{oc}). Saat tahanan bernilai nol (*short circuit*) maka nilai arusnya

maksimum, yang disebut arus *short circuit* (I_{sc}). Untuk daya maksimum (P_m) dapat dihasilkan dari tegangan maksimum (V_m) dan arus maksimum (I_m). Kondisi dimana titik pada nilai arus dan tegangan pada titik yang dapat menghasilkan daya tertingginya disebut dengan *Maximum Power Point* (MPP).

2.4 Boost Converter

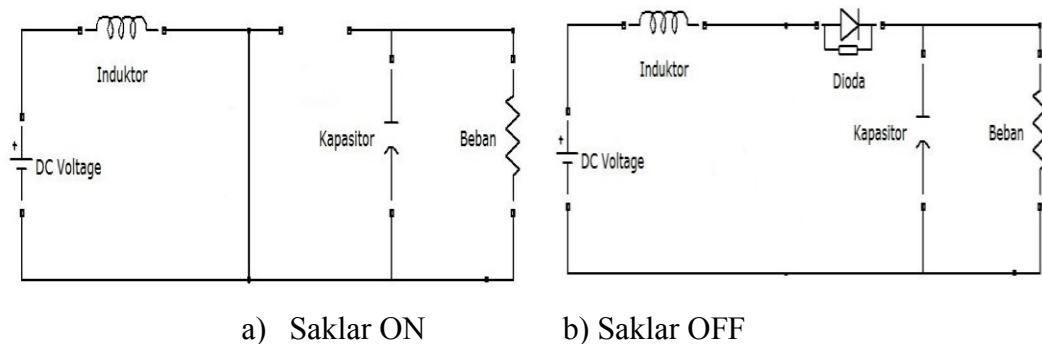
Boost Converter merupakan DC-DC konverter yang menghasilkan tegangan keluaran lebih besar dari tegangan masukannya. *Boost converter* umumnya disebut sebagai *step-up converter*. Konverter ini prinsip kerjanya secara periodik saat saklar terbuka maupun tertutup. *Boost converter* membutuhkan beberapa komponen yaitu saklar daya, dioda dengan frekuensi tinggi, kapasitor, induktor dan resistor. Saklar yang digunakan harus memiliki respon yang cepat saat keadaan hidup dan mati. Saklar yang digunakan adalah saklar semikonduktor yaitu mosfet [7]. Skema *Boost Converter* bisa dilihat pada Gambar 2.5 dibawah.



Gambar 2.5 Skema *boost conveter*

- **Prinsip Kerja *Boost Converter***

Boost converter digunakan untuk menaikkan tegangan DC, karena terkait pada lamanya waktu pensaklaran yaitu *ton* dan *toff*. Saat saklar mosfet tertutup (*ton*), arus dari sumber menuju induktor, sehingga energinya masuk sehingga tersimpan kedalam induktor. Ketika saklar mosfet terbuka (*toff*), arus induktor akan mengalir ke beban melewati dioda sehingga menyebabkan energi yang tersimpan ke induktor akan terjadi penurunan. Gambar 2.8 menunjukkan rangkaian *boost converter* saat kondisi saklar on dan off.



Gambar 2.6 Prinsip Kerja *Boost Converter* [8]

Gambar 2.6 terlihat saat pada kondisi *toff*, beban akan disuplai dari tegangan sumber dan ditambah dengan besar tegangan diinduktor yang saat itu juga sedang melakukan proses melepaskan energi. Kondisi ini mengakibatkan tegangan keluaran menjadi lebih besar dibandingkan dengan tegangan masukannya. Rasio tegangan keluaran dan tegangan masukan pada konverter akan sebanding terhadap rasio antara periode penyaklaran dan waktu pembukaan saklar, yang disebut *duty cycle*. Jika $D = \text{duty cycle}$, hubungan antara tegangan masukan V_d dengan tegangan keluaran V_o dinyatakan dengan persamaan (2.9) berikut:

$$V_o = \frac{V_d}{(1-D)} \quad (2.9)$$

Dimana

V_o = tegangan keluaran

V_d = tegangan masukan

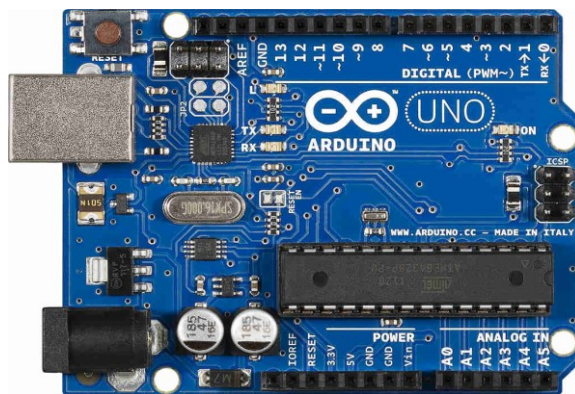
D = *duty cycle*

Berdasarkan persamaan (2.9) dapat diketahui bahwa nilai tegangan keluaran (*output*) dipengaruhi oleh besarnya *duty cycle*.

Boost converter selain untuk mengubah tegangan keluaran pada panel surya dapat selalu bekerja disekitar titik MPP. *Boost converter* dipilih agar saat tegangan panel surya lebih kecil daripada tegangan beban, contoh ketika cuaca mendung, atau *irradiance* dari sinar matahari rendah dimana pada kondisi normal tidak dapat mengalirkan arus ke beban, maka *boost converter* dapat mengalirkan daya menuju ke beban pada sumber panel surya. Tegangan keluaran pada *boost converter* dinaikkan lebih besar dari tegangan beban. Agar *boost converter* bisa bekerja maka memerlukan pulsa PWM (*pulse width modulation*), yaitu pulsa kotak yang frekuensi dan *duty cycle*-nya dapat di atur atau diubah-ubah.

2.5 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah papan kontroler yang bersifat sumber terbuka (*open source*) dan di dalamnya terdapat mikrokontroler ATmega 328P. Jumlah pin digital dan analog dari Arduino ini yaitu berjumlah 20 pin, terdiri dari 14 pin digital dan 6 pin analog. Arduino ini memiliki mempunyai osilator kristal 16 MHz serta *power jack* sebagai sumber catu daya dan kabel USB digunakan untuk penghubung untuk menanamkan program pada board Arduino Uno.



Gambar 2.7 Arduino Uno [9]

- Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi arduino uno secara umum dapat dilihat seperti pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi	Nominal
Tegangan operasi	5V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12V
Batas tegangan <i>input</i>	14 V

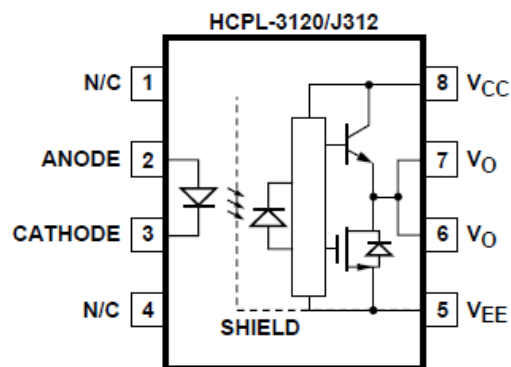
Jumlah pin I/O digital	14
Jumlah pin <i>input</i> analog	6
Arus DC tiap pin I/O	20 Ma
Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>Flash Memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB
Panjang	68,6 mm
Berat	25 gram

Arduino Uno dapat digunakan sebagai penghasil sinyal PWM, tetapi Arduino Uno hanya memiliki amplitudo dari sinyal PWM sebesar 5 Volt DC. Agar dapat membias *gate* saklar pada semikonduktor dari rangkaian *boost converter* maka dibutuhkan tegangan minimal sebesar 12-15 Volt DC. Maka diperlukan sebuah penguat rangkaian sinyal PWM yaitu *gate driver*.

2.6 Gate Driver

Rangkaian *boost converter* menggunakan mosfet yang dapat difungsikan sebagai saklar, jika mosfet tersebut bekerja pada kondisi saturasi. Kondisi pada saat saturasi pada mosfet dapat terjadi ketika memberikan tegangan pada kaki *gate-source* antara tegangan 12 - 15 volt. Karena sinyal PWM yang dihasilkan oleh Arduino Uno hanya memiliki tegangan sebesar 5 volt, maka

diperlukan suatu rangkaian yang berguna sebagai penguat pada mosfet yang disebut sebagai *gate driver*. Pada penelitian menggunakan sebuah IC yaitu IC HCPL 3120, yang berfungsi menguatkan tegangan PWM kontrol Arduino Uno 5 volt menjadi 15 volt. IC HCPL 3120 memiliki konfigurasi pin dari dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut :

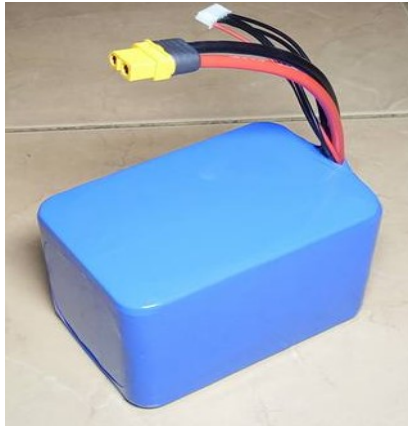


Gambar 2.8 Rangkaian dalam IC HCPL 3120

IC HCPL merupakan sebuah IC pada *Optocoupler* yang pada prinsipnya yaitu mengubah sinyal kontrol menjadi sebuah cahaya. Cahaya tersebut kemudian akan diterima oleh *receiver* (dapat berupa *photodiode* atau *phototransistor*). *Receiver* tersebut berupa transduser yang mampu menghasilkan tegangan yang lebih besar dengan karakteristik yang sama dengan tegangan input.

2.7 Baterai

Baterai sering disebut sebuah elemen sekunder yang dapat menghasilkan sumber arus listrik searah (DC), berfungsi untuk mengkonversikan energi kimia menjadi sebuah energi listrik. Dewasa ini baterai banyak digunakan pada kendaraan listrik misalnya sepeda listrik dan mobil listrik. Tidak hanya itu baterai juga digunakan untuk menyuplai energi pada UAV atau pesawat udara tanpa awak. Baterai merupakan elemen sangat penting untuk memasok energi ke komponen kelistrikan yang ada pada kendaraan listrik [10]. Dalam sebuah baterai berlangsung proses elektrokimia yang artinya didalam sebuah baterai berlangsung suatu proses konversi atau perubahan kimia menjadi tenaga listrik proses ini disebut pengosongan baterai, sebaliknya apabila dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia proses ini disebut pengisian baterai dengan cara meregenerasi pada elektroda – elektroda yang digunakan harus melewati arus listrik dalam posisi arah polaritas yang berlawanan pada sel. Jenis baterai yang populer digunakan saat ini yaitu jenis baterai litium ion. Baterai litium ion merupakan sebuah baterai yang dapat diisi ulang untuk peralatan elektronik portabel. Baterai litium ion ini terdiri dari anoda, separator, elektrolit, dan katoda. Katoda dan anoda terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian material aktif atau tempat masuk dan keluarnya ion litium, serta bagian pengumpul elektron yang disebut collector current. Baterai litium ion termasuk kategori baterai sekunder atau baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali. Sehingga baterai ini cocok digunakan untuk kendaraan listrik maupun dalam kepentingan pesawat udara tanpa awak atau UAV



Gambar 2.9 Baterai *litium ion*

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Skripsi dilaksanakan pada bulan April 2019 hingga Juli 2019. Simulasi dan rancang bangun perangkat keras (*hardware*) serta pengerjaan laporan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada skripsi dibagi menjadi perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut:

Perangkat keras yang digunakan pada skripsi yaitu :

1. Satu buah laptop yang fungsinya untuk merancang dan memodelkan sel surya dan untuk pengerjaan laporan.
2. 1 unit UAV *ready to fly* (RTF) digunakan untuk meletakan panel surya disayap UAV.
3. 16 lembar panel surya tipe C60 *Sunpower* digunakan sebagai suplai daya pada sistem elektronik pada UAV, sekaligus untuk menyuplai cadangan energi pada UAV.

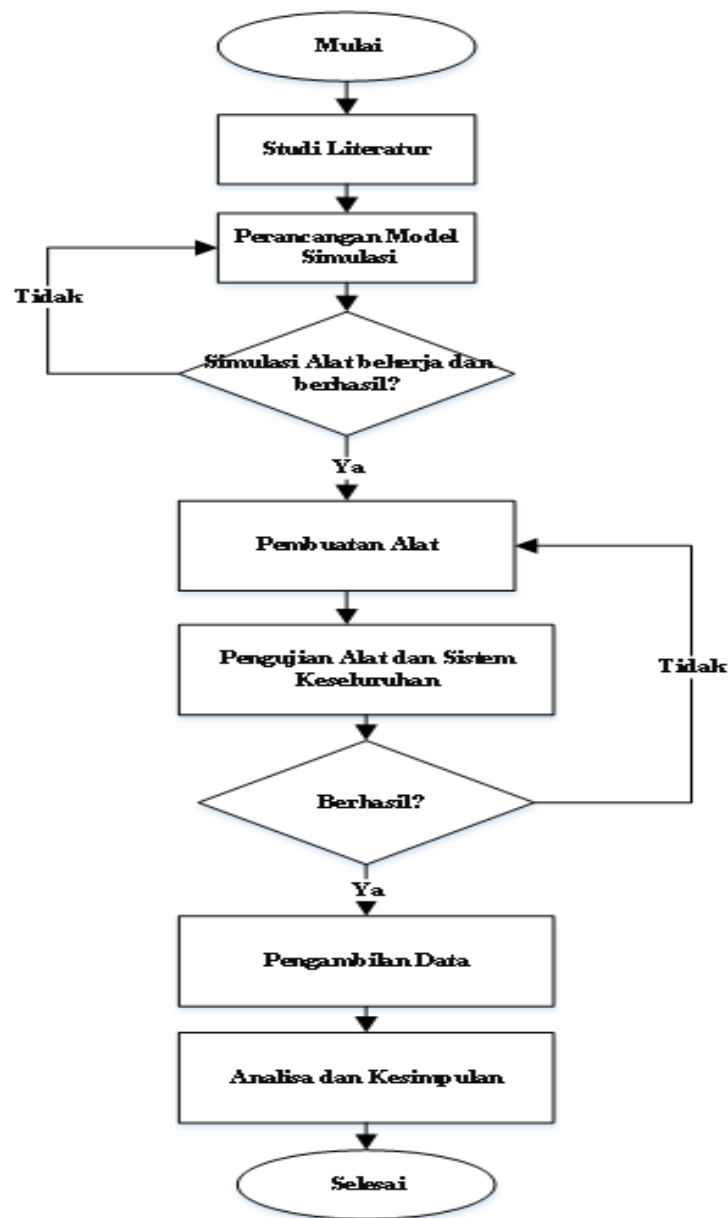
4. *Boost converter* merupakan rangkaian yang terdiri dari beberapa komponen elektronika seperti induktor, mosfet, dioda, kapasitor dan resistor.
5. Rangkaian *isolated power supply*. Sebuah rangkaian yang digunakan untuk mencatu daya pada rangkaian *gate driver* dan Arduino.
6. *Gate driver* berfungsi sebagai penghubung antara rangkaian daya pada *boost converter* dan rangkaian kontrol sekaligus menguatkan amplitudo pada sinyal kontrol.
7. Mikrokontroler Arduino untuk pengatur *pulse width modulation* (PWM).
8. *Solar power meter* berfungsi mengukur *irradiance* atau pancaran sinar matahari yang mengenai panel surya.
9. Multimeter digital untuk alat ukur penelitian.
10. Satu buah solder dan timah untuk merealisasikan rangkaian.

Untuk perangkat lunaknya digunakan beberapa *software* yaitu :

1. *Matlab* untuk perancangan model dan penyimulasian panel surya.
2. *Arduino Integrated Development Environment* (IDE) digunakan untuk membuat kode program (*sketch*), kemudian program tersebut dimasukkan ke dalam *board* Arduino.
3. *Diptrace* berguna untuk membangun rangkaian *PCB layout* pada penelitian.
4. *Microsoft office Visio* berfungsi sebagai media untuk pembuatan diagram alir (*Flowchart*) pada penelitian.

3.3 Metode Penelitian

Proses penelitian rancang bangun *boost converter* sebagai sistem *charging* baterai pada UAV dilakukan beberapa tahapan yaitu studi literatur, perancangan perangkat keras, pembuatan perangkat keras serta pengujian perangkat keras. Pada pelaksanaannya, tiap-tiap bagian terdiri dari beberapa tahapan yang akan dipaparkan seperti diagram alir Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

a. Studi Literatur

Pada studi literatur ini, dilakukan pencarian bahan materi dan referensi untuk mendapatkan informasi dan pemahaman baik melalui jurnal atau buku, bahan dari internet serta sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Beberapa materi tersebut diantaranya yaitu:

1. Pesawat udara tanpa awak atau UAV.
2. Karakteristik dari panel surya.
3. Rangkain *boost converter*.
4. Mikrokontroler Arduino

b. Perancangan Simulasi Alat

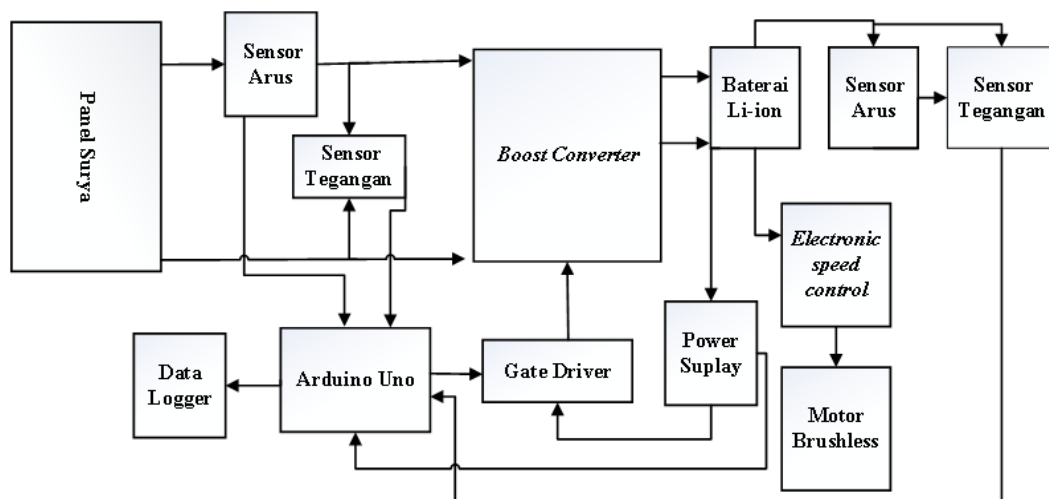
Simulasi alat ini dilakukan dengan tujuan untuk memperkuat hipotesis dari penelitian ini dan memastikan bahwa metode yang dilakukan dapat direalisasikan. *Software* yang digunakan untuk simulasi alat yaitu dengan menggunakan *software* MATLAB. Pembuatan model matematis dari panel surya berdasarkan dengan parameter dari panel surya yang digunakan. Parameter tersebut yaitu *Current Short Circuit (I_{sc})*, *Voltage Open Circuit (V_{oc})*, *Resistansi Shunt (R_{sh})* dan *Resistansi Seri (R_s)*.

Pada tahap simulasi akan dibuat model matematis panel surya berdasarkan perhitungan rangkaian ekuivalen panel surya. Pada pengujian model panel surya ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan dan arus pada saat dayanya mencapai kondisi maksimum, selanjutnya akan didapatkan grafik karakteristik daya terhadap tegangan dan arus terhadap tegangan.

Pemodelan rangkaian *boost converter* dilakukan untuk memastikan bahwa rancangan *boost converter* bekerja dengan benar.

c. Perancangan perangkat keras

Pada perancangan perangkat keras ini digunakan untuk menentukan komponen apa saja yang digunakan. Bagian-bagian dari yang dirancang terdiri dari rangkaian *boost converter*, *power supplay*, *gate driver*, sensor arus dan sensor tegangan. Dibawah ini merupakan rancangan alat *charging* baterai degan sumber panel surya.



Gambar 3.2 Rancangan sistem *charging* baterai UAV bertenaga surya

Dalam rancangan alat *charging* baterai dengan sumber panel surya terdapat DC-DC konverter yaitu *boost converter*. Rangkaian *boost converter* akan bekerja dengan gelombang PWM yang diberikan oleh penghasil PWM. Pada rancangan alat kontrol ini penghasil PWM yang digunakan yaitu Arduino. Arduino membutuhkan suatu rangkaian penguat sinyal yaitu rangkaian *gate driver*, karena sinyal dari Arduino belum mampu membias

gate pada *mosfet* yang ada di rangkaian *boost converter* karena amplitudo dari sinyal PWM Arduino yang hanya 5 Volt. Selanjutnya pada rancangan alat kontrol ini terdapat catu daya untuk Arduino dan rangkaian *gate driver* dengan menggunakan *isolated power supply* dengan keluaran 5 Volt dan 15 Volt. Dari hasil perancangan ini didapatkan *schematic* alat yang nantinya dapat dijadikan acuan untuk pembuatan alat. Perancangan perangkat keras ini dilengkapi dengan sensor arus dan sensor tegangan yang diberguna untuk mengetahui nilai dari tegangan masukan dan tegangan keluaran pada *boost converter*, selanjutnya akan disimpan ke dalam *memori card* dengan menggunakan *data logger*.

d. Realisasi Pembuatan Alat dan Program

Sebelum membuat alat, terlebih dahulu membuat *schematic* rangkaian. *schematic* yang dijadikan acuan untuk pembuatan *PCB Layout* rangkaian serta untuk menentukan komponen yang akan digunakan. Alat kontrol panel surya meliputi rangkaian *boost converter*, Arduino, *isolated power supply*, *gate driver*, serta sensor arus dan sensor tegangan. Rangkaian *boost converter* menggunakan komponen sesuai dengan besar arus keluaran panel surya. Rangkaian *gate driver* untuk *mosfet* menggunakan IC HCPL3120. Pembuatan program untuk Arduino Uno menggunakan *software Arduino Integrated Development Environment* (IDE) Selanjutnya keluaran pada Arduino berupa gelombang PWM yang digunakan untuk mengontrol rangkaian *boost converter*.

e. Pemasangan Panel Surya pada UAV

Panel surya tipe C60 yang berjumlah 16 buah akan dipasang dengan rangkain seri yang ditempatkan di sayap UAV. Pemasangan panel surya dengan rangkain seri akan menambah tegangan keluaran dari sel surya tersebut. Panel surya akan diletakan pada bagian sayap kiri dan kanan. Bagian sayap sebelah kiri akan ditempatkan 8 buah panel surya dan sayap kanan juga berjumlah 8 panel surya. Jumlah keseluruhan panel surya terpasang semua yaitu 16 buah. Setelah panel surya tersusun pada UAV maka panel surya akan dilaminating (diberi pelindung) dibagian sayap, karena jenis dari panel surya tipe C60 ini sangat sensitif apa bila terpegang atau tersentuh yang dapat mengakibatkan kerusakan dari panel surya tersebut, dan apabila membran dari panel surya ini kotor atau rusak maka kinerja dari panel surya tidak optimal. Tahap selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap tegangan kerja pada saat panel surya tanpa beban atau V_{oc} (tegangan rangkaian terbuka) dengan meletakan panel surya pada terik matahari atau ruangan terbuka.

3.4 Pengujian alat

3.4.1 Simulasi alat

Pada tahap simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB untuk pengujian dari panel surya dan pengujian rangkaian *boost converter*, pengujian dengan *irradiance* dan pengujian terhadap perubahan suhu serta pengujian model alat kontrol panel surya

- Pengujian Model Panel surya

Tahap pengujian model dari panel surya ini dilakukan untuk mengetahui apakah panel surya sesuai dengan kondisi panel surya yang sebenarnya. Panel surya yang digunakan pada penelitian ini yaitu 16 lembar panel surya tipe C60 *sunpower*, yang mempunyai spesifikasi daya maksimum yang telah disusun seri sebesar 51 *Watt*, tegangan tanpa beban (*Voc*) yaitu 10,72 volt, arus hubung singkat (*Isc*) yaitu 6,17 *ampere*. Pada pengujian panel surya dilakukan dengan parameter yang sama dengan Standart Test Condition (STC) yaitu *irradiance* 1000 Watt/m^2 dan suhu panel surya 25⁰ Celcius. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan nilai *irradiance* dan suhu untuk mengetahui pengaruh terhadap perubahan nilai *irradiance* serta suhu terhadap daya yang dikeluarkan oleh panel surya.

3.4.2 Pengujian Alat dan Sistem

Tahap ini merupakan pengujian perangkat keras yang telah dibuat. Tujuan dari pengujian ini untuk mengecek dan mengetahui apakah alat yang telah dibuat bekerja dengan baik. Pengujian perangkat keras ini meliputi pengujian *boost converter*, pengujian *power supply*, pengujian sensor, dan pengujian keseluruhan alat.

- Pengujian *Boost Converter*

Rangkaian *boost converter* merupakan rangkaian daya untuk alat kontrol panel surya. Rangkaian ini akan menaikkan tegangan dari panel surya sesuai *duty cycle* dari sinyal PWM. Pengujian ini dilakukan pengaruh dari perubahan nilai *duty cycle* terhadap tegangan output *boost converter*. Hasil pada

pengukuran akan dibandingkan dengan hasil perhitungan sehingga akan didapatkan nilai dari simpang *error* pengukuran.

- **Pengujian Rangkaian Penguat Sinyal**

Rangkaian penguat sinyal digunakan untuk memperbesar atau menguatkan amplitudo dari sinyal PWM dari Arduino Uno yang hanya 5 Volt, sedangkan amplitudo yang dibutuhkan untuk membias *gate* kaki pada mosfet adalah 12 Volt sampai 15 Volt. Rangkaian penguat sinyal ini menggunakan IC HCPL3120. Untuk mencatu daya IC HCPL3120 digunakan tegangan 15 Volt. Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa dan memastikan bahwa rangkaian penguat sinyal bekerja dengan baik dan sinyal PWM dapat diperbesar amplitudonya menjadi 15 Volt.

-**Pengujian *Power Supply***

Power supply digunakan untuk mencatu pada rangkaian penguat sinyal dan Arduino Uno. Jenis *power supply* yang digunakan yaitu *isolated power supply*. Penggunaan *power supply* ini bertujuan menghasilkan keluaran yang saling terisolasi atau terpisah dengan sumber tegangan 16 Volt. Keluaran *power supply* yaitu 5 Volt dan 15 Volt. Sumber dari *power supply* yaitu dari baterai. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan *power supply* yang digunakan dapat bekerja walaupun ketika tegangan panel surya berubah-ubah sesuai dengan perubahan cuaca.

- **Pengujian Sensor**

Pada penelitian ini digunakan sensor yaitu sensor tegangan dan sensor arus. Sensor tegangan berfungsi mengukur tegangan keluaran pada panel surya, sedangkan sensor arus berfungsi mengukur arus dari panel surya. Sensor

tegangan dan arus yang digunakan harus memiliki tingkat kepresisian yang tinggi, kemudian akan dilakukan pengujian pengukuran sensor yang dibandingkan dengan alat ukur.

- Pengujian Durasi Motor *Brushless* pada UAV

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah dengan menambahkan panel surya sebagai tambahan energi pada UAV dapat memperpanjang durasi motor *brushless*. Motor *brushless* merupakan penggerak utama atau mesin dari UAV. Pada pengujian pertama yaitu pengujian UAV tanpa panel surya dilakukan dengan menghubungkan semua komponen elektrik termasuk baterai dan menghubungkan pada motor *brushless*, setelah itu menambahkan komponen ESC (*electronic speed control*) yang terhubung dengan *remote control*. *Throttle* (pengatur kecepatan) pada *remote control* diatur 100 % atau kondisi maksimum. Kemudian menghitung durasi waktu berapa lama motor *brushless* dapat berputar dan mencatat tegangan dan arus baterai serta mencatat perolehan waktunya. Kemudian pada pengujian kedua yaitu menguji durasi motor *brushless* pada UAV bertenaga surya. Dengan memasang semua komponen elektrik UAV dan menghubungkan sistem *charging* baterai lalu menghubungkan ke panel surya. Saat pengujian UAV bertenaga surya dilakukan diluar ruangan yang terdapat terik matahari agar panel surya yang terdapat pada UAV bertenaga matahari dapat mengeluarkan daya sehingga dapat digunakan untuk proses *charging* baterai, kemudian mencatat perolehan *irradiance* matahari, suhu panel surya, tegangan dan arus panel surya, serta tegangan dan arus baterai. Kondisi baterai pada saat kedua pengujian yaitu kondisi tegangan yang sama yaitu kondisi baterai *full charge*

atau kondisi baterai penuh yaitu 16,6 Volt. Pengambilan data pengujian dilakukan setiap 5 menit sekali.

- Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan dan Pengambilan Data

Pengujian rangkaian keseluruhan ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua subsistem alat *charging* baterai UAV berupa *boost conveter* dapat digunakan untuk proses *charging* baterai UAV. Apabila seluruh subsistem bekerja dengan baik maka dapat dilakukan pengujian alat dan pengambilan data selanjutnya menganalisa perolehan data tersebut .

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tegangan keluaran *boost converter* sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai *duty cycle* yang diberikan. Penggunaan sistem *charging* baterai dengan *boost converter* dapat menaikkan tegangan dari 8,9 Volt menjadi 16 Volt yang artinya tegangan keluaran dari panel surya dapat digunakan untuk men-*charging* baterai pada UAV.
2. Dengan adanya sistem *charging* baterai dan penambahan panel surya pada UAV maka durasi motor *brushless* yang mulanya hanya 60 menit dapat menjadi 90, sehingga penambahan durasi motor brushless pada UAV bertambah sebesar 30 menit.
3. UAV mampu men-*charging* baterai dan sekaligus digunakan untuk mencatu daya pada motor *brushless*. Sistem ini tidak dimiliki oleh UAV-UAV pada umumnya.

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian UAV pada penelitian ini hanya dilakukan didarat tanpa pengujian terbang. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya untuk melakukan pengujian terbang untuk mengetahui kemampuan durasi terbang dari UAV bertenaga surya pada saat di udara.
2. Pada pengujian UAV bertenaga surya, daya keluaran pada panel surya belum begitu optimal dan masih lambat dalam pencarian titik optimumnya. Sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan algoritma yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H Rahmad, M Ronny.2016. Pengembangan Sistem Navigasi Otomatis Pada UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dengan GPS (*Global Positioning System*) Waypoint.Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- [2] Shofiyanti, Rizatus. 2011. *Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan dan Pemantauan tanaman dan Lahan Pertanian*. Bogor: Jurnal Informatika Pertanian. Vol. 20 No.2: 58 – 64.
- [3] K. Eun-Mi, Y. Kee-Ho, Y. Myoung-Jong, and J. GuYoung.2011. *Design considerations and modeling of a small and low altitude solar powered UAV*, International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), pp. 1085- 1088.
- [4] D.Y. Arfita, antonov. 2013. Pemanfaatan energi surya sebagai suplai cadangan pada laboratorium elektro dasar di institut teknologi padang. Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Padang
- [5] Narkhede, Sushen, and Rajpritam. 2010. *Modeling of Photovoltaic Array (A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of)*. Departemen of Electrical Engineering. National Institute of Technology Roorkela-769008, Orissa.

- [6] De Soto, W, S.A Klein, and W.A. Beckman. 2006. *Improvement and Validation of a Model for Photovoltaic Array Performance*. Solar Energy 80. Halaman 78-88.
- [7] M. Abdul Rahim B, M. Mordin. 2013. *Interleaved DC – DC Boost Converter With Small Input Voltage*. Declaration of Thesis / Undergraduate Project Paper and Copyright. Malaysia.
- [8] Hart.D.W. 2011. *Power Electronics International Edition*. Singapura. Mc Graw Hill
- [9] M.T.Afif, A. P. Pratiwi. 2015. *Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik*. Jurnal Teknik Mesin. Pp95-99
- [10] User Manual DataSheet. 2012. *Arduino Comparison Guide*. Colorado. SparkFun Electronics.
- [11] Chamma, Bukry, 2015, *Perancangan Alat Pengisi Baterai Lead Acid Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535*, Medan: Universitas Sumatera Utara.