

### BAB III METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini digunakan metode *Buck – boost converter*, dikarenakan metode ini yang paling cocok untuk diterapkan pada mobil listrik SEV UB. Pada mobil listrik SEV UB sudah ada sistem kontroler dari baterai ke motor sehingga mobil sudah bisa bergerak secara elektrik, tetapi dalam tahap pengereman masih menggunakan pengereman mekanik dimana pengereman mekanik ini sangat tidak efisien dikarenakan motor listrik dapat melakukan pengereman sendiri (pengereman regeneratif), sehingga dari hasil mengubah energi pengereman (energi kinetik) dapat diubah menjadi energi elektrik yang nantinya bisa dimanfaatkan untuk keperluan yang lainnya.

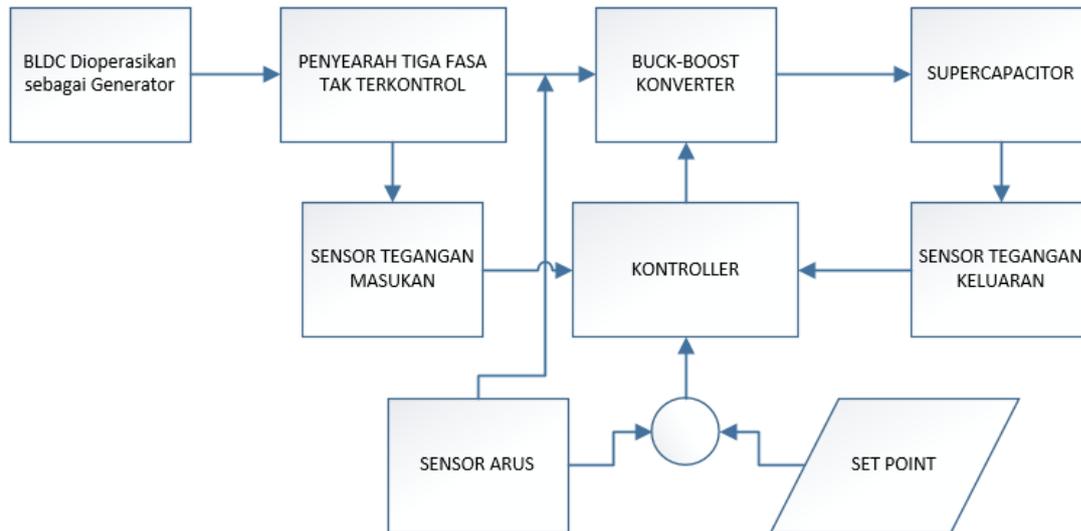
Cara kerja dari metode *buck – boost converter* ini yaitu ketika pengereman dimulai maka akan ditentukan nilai *set point* arus pengereman yang berbanding lurus dengan kebutuhan pengereman (pengereman cepat atau pengereman lambat), kemudian *back emf* yang timbul dari putaran BLDC akan disearahkan guna untuk mendapatkan tegangan DC yang akan jadi *input buck – boost converter*, pada *buck - boost* ini terjadi pengaturan tegangan keluaran yang nantinya akan disesuaikan dengan tegangan *supercapacitor* dengan mengatur *dutycycle* atau sudut penyalan pada *buck - boost* ini. Pada dasarnya energi tidak dapat diciptakan namun hanya dikonversi (Newton, hukum kekekalan energi), hal ini diterapkan pada penelitian ini jika

$$W = V \times I \times t \dots\dots\dots (3-1)$$

Jika *set point* arus diterapkan misal 3A maka tegangan dan arus *buck - boost* akan disesuaikan melalui *dutycycle* yang ada pada *buck - boost*. Karena *buck - boost* sendiri tidak hanya mengatur besar kecilnya tegangan melainkan arusnya juga konsekwensinya dengan W yang sama pada *input* dan *output* maka ketika *set point* arus semakin besar akan mengakibatkan t pengereman semakin kecil dengan kata lain I berbanding terbalik dengan t (lama waktu pengereman). Untuk penjelasan cara kerja secara rinci per blok diagram akan dibahas pada bagian 3.1 perancangan alat.

#### 3.1 Perancangan Blok Digram Penelitian

Pada perancangan pengereman *regenerative* pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *buck-boost converter*, berikut gambar blok diagram keseluruhan pada penelitian ini



Gambar 3.1 Diagram balok rancangan sistem pengereman regeneratif

1. BLDC Motor

Pada penelitian ini BLDC motor yang digunakan adalah BLDC tipe *sinusoid* 3 fasa, 12/6 Hp, 72 volt tegangan per fasa. Pada saat digunakan BLDC motor ini dapat melaju sampai dengan kecepatan 70 Km/h. BLDC motor ini memiliki konstruksi *inrunner* maksudnya adalah bagian yang berputar (rotor) pada BLDC ini adalah bagian dalamnya sementara stator nya ada di luar kelebihan pada tipe ini adalah memiliki efisiensi, kecepatan yang lebih baik dari pada tipe *outrunner* (Andrean, 2015, p. 9). BLDC ini memiliki 4 kutub sehingga putaran suaranya relatif lebih keras dari pada yang 8 kutub karena semakin banyak kutub maka putarannya semakin halus, suaranya semakin halus dan memiliki torsi yang relatif lebih besar. Pada penelitian ini nantinya BLDC ini akan digunakan sebagai generator yang tegangan baliknya disimpan pada *supercapacitor*.

2. Penyearah 3 fasa tak terkontrol

Pada penelitian ini diperlukan sebuah penyearah dikarenakan BLDC merupakan PMSM (*Permanent Magnet Synchronous Motor*) atau bias dikatakan motor AC sehingga tegangan yang dihasilkan saat dioperasikan sebagai generator adalah tegangan AC. Penyearah ini juga difungsikan sebagai jembatan penyimpanan karena *supercapacitor* bekerja pada tegangan DC. Pada penelitian ini dipilih penyearah 3 fasa tak terkontrol dikarenakan kita membutuhkan tegangan maksimum untuk dimasukkan ke *buck - boost*.

3. *Buck - boost converter*

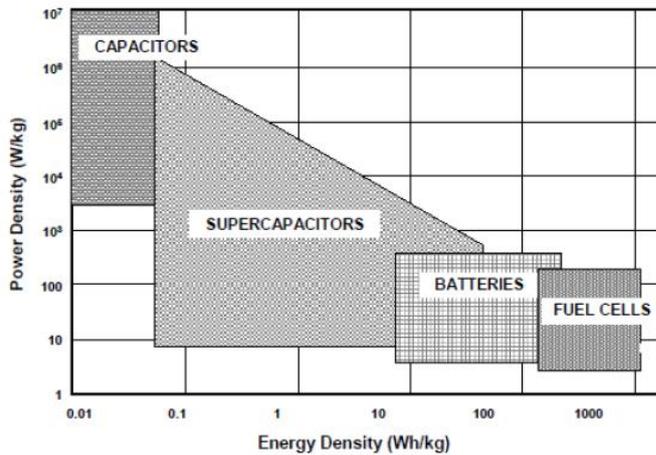
*Buck - boost converter* diperlukan pada penelitian ini dikarenakan tegangan balik dari BLDC yang digunakan sebagai generator kadang melebihi

kadang kurang dari tegangan *supercapacitor* sehingga dengan *buck - boost converter* ini maka tegangan balik yang kecil ini dapat di *boost* atau dinaikkan sehingga melebihi tegangan *supercapacitor*, maupun jika tegangan melebihi bisa di *buck* ke tegangan *charge* yang sesuai sehingga dengan begini maka arah arus akan bergerak dari potensial tinggi ke potensial rendah atau bisa dikatakan dari generator ke *supercapacitor*.

Pada *buck - boost converter* ini untuk pengendaliannya menggunakan teknik PWM (*Pulse Wide Modulation*), yaitu teknik pengaturan lebar pulsa penyalan (*dutycycle*), Teknik ini berfungsi sebagai *actuator* untuk menaikkan tegangan BLDC sebagai generator.

#### 4. *Supercapacitor*

Pada Penelitian ini digunakan media penyimpanan *supercapacitor* dikarenakan memiliki kemampuan *charging* yang lebih cepat dan memiliki *range* tegangan mulai dari nol sampai nominal *capacitor* itu sendiri. Hal ini dikarenakan *supercapacitor* memanfaatkan permukaan elektroda dan larutan elektrolit dielektrik tipis untuk mencapai kapasitansi beberapa kali lipat jika dibandingkan dengan kapasitor biasa (Riyanto, 2014, p. 6). Dibandingkan dengan baterai biasa *supercapacitor* memiliki keunggulan diantaranya siklus *charge – discharge* sampai 1000000 kali, padahal pada umumnya baterai elektrolit biasa missalkan Li-On hanya memiliki *cycle life* 500 saja (Afif M.T. & Pratiwi I.A.P., 2015, p. 98). Selain itu *supercapacitor* juga memiliki *power density* dan *energy density* yang lebih stabil bila dibandingkan dengan baterai lain seperti pada gambar berikut



Gambar 3.2 Kestabilan *supercapacitor*.

Sumber: Riyanto (2017,p.5).

Yang dimaksud dengan *power density* adalah kemampuan untuk melepas energi dalam rentang waktu tertentu, jadi semisal baterai Li-on tipe BM45 jika baterai tersebut penuh maka dia akan memiliki tegangan 4,2 V tetapi jika sudah habis maka tegangan baterai sekitar 3,2 V berarti *range* pelepasan energinya hanya sebesar 1 volt, sementara modul *supercapacitor* 22 V jika penuh dan 0 V jika kosong maka dengan pelepasan energinya sebesar 22 V jauh lebih besar dibandingkan dengan baterai. Sedangkan *energy density* adalah kapasitas baterai itu sendiri terhadap beratnya maksudnya perbandingan kapasitas terhadap beratnya, disini kapasitor lebih ringan tetapi kapasitasnya masih lebih rendah dari baterai, karena beratnya yang ringan ini maka ia lebih sesuai untuk penggunaan pengereman pada mobil listrik agar tidak terlalu membebani berat mobil itu sendiri.

## 5. Kontroler

Pada penelitian ini kontroler yang digunakan adalah jenis Arduino Uno R3 dikarenakan untuk pengembangannya penelitian ini masih bisa dioptimalkan lagi supaya lebih baik efisiensi dari rangkaian daya. Arduino Uno ini sendiri sudah lebih dari cukup untuk sekedar memberikan *output actuator* PWM dan LCD sendiri dikarenakan memiliki pin 26 buah diantaranya 6 pin PWM.

## 6. Sensor Arus

Disini sensor arus yang digunakan harus memiliki sensitivitas yang baik dan memiliki resistansi dalam yang kecil agar tidak membebani rangkaian, dan harus mampu membaca sampai spesifikasi arus keluaran penyearah yang nantinya akan dibandingkan dengan *set point*.

### 7. *Set point*

*Set point* ini adalah nilai arus pengereman yang dikehendaki, pada alat nya nanti akan berupa *serial monitor* melalui USB ke laptop. Jika *set point* arus pengereman yang diberikan semakin besar maka durasi pengereman akan semakin cepat.

## 3.2 Simulasi

Sebelum melakukan pembuatan alat, kita membutuhkan simulasi guna memperkecil kemungkinan kegagalan. *Software* yang digunakan dalam perancangan sistem pengereman regeneratif ini adalah MATLAB Simulink untuk menganalisis rangkaian konverter daya. Pada penelitian ini simulasi matlab akan digunakan pada konverter penyearah 3 fasa tak terkontrol dan *buck - boost converter*.

## 3.3 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

### 1. Perangkat keras

Perangkat keras yang dibuat adalah rangkaian dari masing-masing blok diagram sistem yang telah dirancang dan disimulasikan sebelumnya.

### 2. Perangkat lunak

Perangkat lunak yang dibuat adalah program yang telah dirancang dan disimulasikan sebelumnya untuk mengendalikan keseluruhan sistem pengereman regeneratif.

## 3.4 Pengujian Alat

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dan kesesuaian dengan perancangan maka dilakukan pengujian rangkaian. Pengujian dilakukan pada masing masing blok maupun keseluruhan sistem. Pengujian ini meliputi pengujian:

1. Pengujian Tegangan Keluaran Mesin BLDC sebagai generator.
2. Pengujian penyearah tiga fasa tak terkontrol.
3. Pengujian rangkaian *driver*.
4. Pengujian sensor tegangan.
5. Pengujian sensor arus.
6. Pengujian *buck - boost converter*.
7. Pengujian keseluruhan sistem pengereman regeneratif.

Halaman ini sengaja dikosongkan