PENINGKATAN KINERJA RANGKAIAN SISTEM PENYETIMBANG SEL BATERAI MENGGUNAKAN KONVERTER DC-DC DAN *ADDRESSABLE SWITCH* PADA KONFIGURASI DUA JALUR KAPASITOR BERLAWANAN FASE

Nama : Langgam Bagaspratomo, S.T.
NIM : 23318303

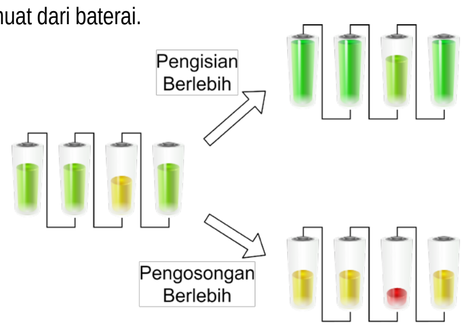
Pembimbing 1 : Ir. Edi Leksono, M.Eng., Ph.D.
Pembimbing 2 : Dr. Irsyad Nashirul Haq, S.T., M.T.

Laboratorium Manajemen Energi, Magister Teknik Fisika
Institut Teknologi Bandung

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Baterai merupakan salah satu media penyimpan energi yang paling banyak dipakai karena segmen aplikasinya yang luas dan durasi penyimpanan jangka menengah yang cocok diimplementasikan pada kendaraan listrik maupun mikrogrid. Namun, untuk memenuhi kriteria kebutuhan suatu sistem energi, baterai perlu dirangkai secara seri dan paralel dalam jumlah tertentu guna menaikkan tegangan dan kapasitasnya secara berturut-turut. Dengan jumlah sel baterai yang banyak, timbul potensi ketidak konsistenan parameter baterai (kapasitas, laju pengisian/pengosongan, dll.) dan dapat menimbulkan *overcharge*, *overdischarge*, atau penggunaan kapasitas yang tidak maksimal. Untuk itu, dibutuhkan Sistem Manajemen Baterai (SMB) yang salah satu fungsinya adalah sebagai sistem penyetimbang kondisi muat dari baterai.

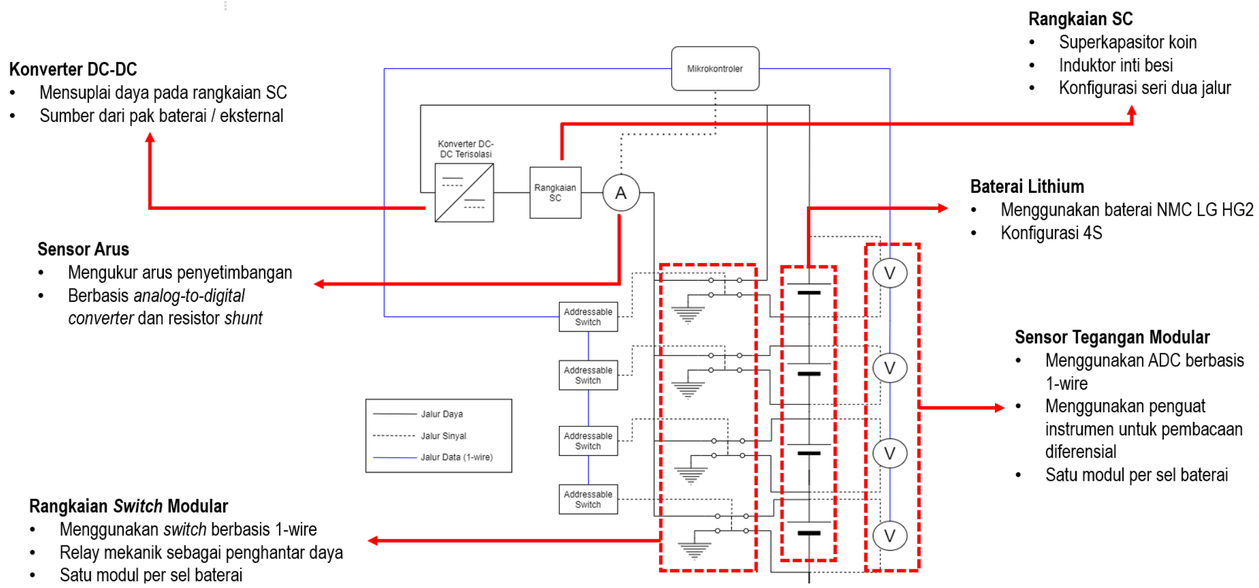


Tujuan Penelitian

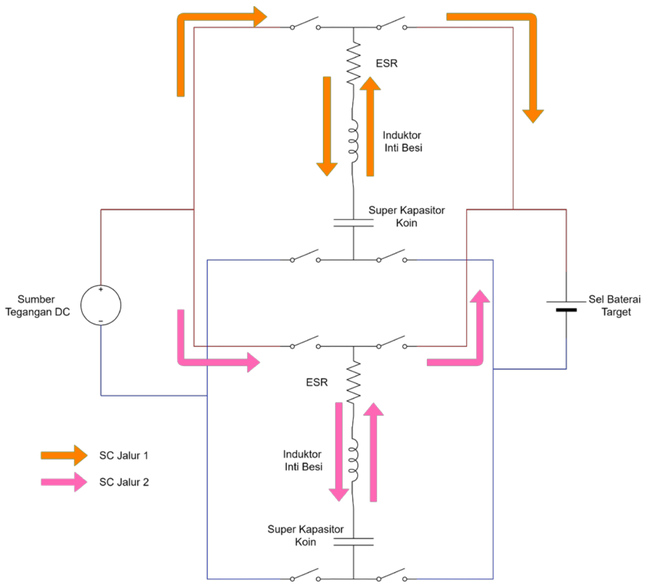
1. Mengembangkan rangkaian sistem penyetimbang aktif sel baterai berbasis *Switched Capacitor* (SC) dengan mekanisme *Zero Current Switching* (ZCS)
2. Mendapatkan pengaruh konverter DC-DC sebagai sumber tegangan SC
3. Mendapatkan pengaruh penggunaan SC dengan konfigurasi yang berbeda-beda

METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan Sistem



Rangkaian *Switched Capacitor* (SC)



Skenario Pengujian

Skenario	Pengaturan	Sasaran
1. Pengujian Frekuensi *Switching* a. $f_s = f_R$ b. $f_s = 2x\ f_R$ c. $f_s = 0{,}5x\ f_R$ d. $f_s = 0{,}25x\ f_R$	• Menggunakan dua jalur SC • Menggunakan Konverter DC-DC	• Mengetahui pengaruh frekuensi *switching* terhadap arus penyetimbangan
2. Pengujian Sumber Tegangan Rangkaian SC a. Menggunakan Konverter DC-DC *(pack-to-cell)* b. Tidak Menggunakan Konverter DC-DC *(cell-to-cell)*	• Menggunakan SC Tunggal • Frekuensi *switching* = Frekuensi resonansi	• Mengetahui pengaruh konverter DC-DC terhadap arus penyetimbangan
3. Pengujian Jalur Penyetimbangan a. Menggunakan SC tunggal b. Menggunakan dua jalur SC berlawanan fase	• Menggunakan Konverter DC-DC • Frekuensi *switching* = Frekuensi resonansi	• Mengetahui pengaruh jumlah jalur SC terhadap laju penyetimbangan • Mengetahui pengaruh jumlah jalur SC terhadap arus penyetimbangan

HASIL PENELITIAN

Konfigurasi Optimum (Skenario 1 & 2)

Skenario	Rata-Rata Arus Penyetimbangan	Standar Deviasi Arus
$f_s = f_R$	57,38 mA	14,96
$f_s = 2x\ f_R$	47,72 mA	25,27
$f_s = 0{,}5x\ f_R$	50,96 mA	20,28
$f_s = 0{,}25x\ f_R$	44,96 mA	14,05
Dengan Konverter (pack-to-cell)	25,23 mA	25,33
Tanpa Konverter (cell-to-cell)	9,48	10,83

Pengujian Kinerja Sistem (Skenario 3)

Skenario	Waktu Penyetimbangan	Rata-Rata Arus Penyetimbangan	Standar Deviasi Arus
SC Tunggal	21.075 detik	30,6 mA	34,37
Dua Jalur SC	12.075 detik	55,92 mA	17,7

KESIMPULAN

1. Frekuensi *switching* senilai frekuensi resonansi rangkaian SC menghasilkan arus penyetimbangan maksimum, dengan nilai arus 1,2x, 1,13x, dan 1,28 kali lebih tinggi berturut-turut dari 2x, 0,5x, dan 0,25x frekuensi resonansi.
2. Penggunaan konverter DC-DC sebagai sumber pengisian SC menghasilkan rata-rata arus penyetimbangan 2,66 kali lebih tinggi dari penggunaan sel baterai dengan tegangan tertinggi sebagai sumber pemgisian SC.
3. Penggunaan dua jalur SC dengan mekanisme ZCS menghasilkan waktu penyetimbangan 1,75 kali lebih tinggi dan rata-rata arus penyetimbangan 1,83 kali lebih tinggi dan kontinu dibandingkan penggunaan SC Tunggal pada konfigurasi yang sama.