

# Rangkaian Daya dan Regulator Tegangan serta Aplikasi pada Mobil Autonomous

Hasnawiya Hasan

NIM D053201003

S3-Teknik Elektro

Universitas Hasanuddin

Email:hasnahasan@unhas.ac.id

**Abstract**—*Voltage Regulator* adalah rangkaian yang menciptakan dan mempertahankan sebuah tegangan keluaran yang tetap, terhadap perubahan dari tegangan masukan atau kondisi beban *Voltage regulator* menjaga tegangan dari sumber daya berada pada daerah yang sesuai dengan komponen elektronik lainnya. Sementara *voltage regulator*, pada umumnya digunakan untuk DC/Dc konversi daya, beberapa dapat menjadi konversi daya AC/AC atau AC/DC juga.

**Index Terms**—voltage regulator, sumber daya, DC/DC, AC/AC, AC/DC

## I. PENGENALAN

**D**UA macam tipe regulator tegangan yaitu *linear* dan *switching*, regulator linear beroperasi dengan efisiensi yang rendah, sedangkan regulator *switching* sebaliknya. Pada regulator *switching* dengan efisiensi tinggi, sebagian besar daya masukan ditransfer ke keluaran tanpa ada yang dihilangkan.

### A. Regulator Linear

Sebuah regulator tegangan linear menggunakan BJT atau MOSFET, dimana dikendalikan oleh *operasional amplifier* gain tinggi. Untuk mempertahankan tegangan keluaran yang tetap, regulator liner menyesuaikan resistansi peralatan dengan cara membandingkan referensi tegangan internal ke sampel tegangan keluaran, dan kemudian mengubah *error* ke nol.

Regulator linear adalah konverter *step down*, sehingga tegangan keluaran selalu dibawah tegangan masukan. Namun, regulator regulator ini menawarkan beberapa keuntungan yaitu mudah didesain, efisiensi harga, dan menawarkan *noise* yang rendah seperti juga *ripple* tegangan keluaran yang rendah.

Regulator linear seperti MP2018, hanya membutuhkan masukan dan keluaran kapasitor untuk mengoperasikannya, seperti terlihat pada gambar 1.

### B. Regulator Switching

Rangkaian regulator *switching* pada dasarnya lebih kompleks daripada mendesain sebuah regulator linear, dan membutuhkan nilai komponen eksternal, untuk mengubah kalang kendali untuk kestabilan.

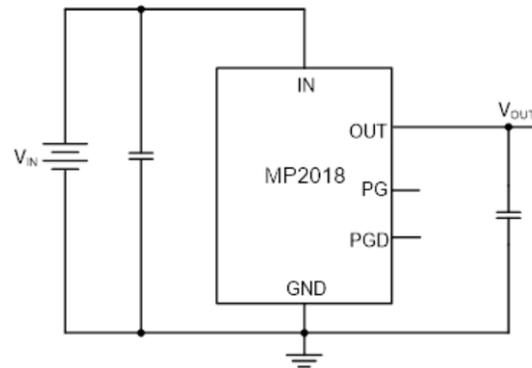


Fig. 1. MP2018 Regulator linear

Regulator *switching* dapat berupa konverter *step down*, konverter *step up*, atau kombinasi dari keduanya, yang membuat mereka serbaguna daripada regulator linear

Keuntungan dari regulator termasuk bahwa mereka efisiensinya tinggi, memiliki hasil energi panas yang lebih baik, dan dapat mendukung arus yang lebih besar dan lebar daripada aplikasi  $V_{IN}/V_{OUT}$ . Mereka juga dapat mencapai lebih dari efisiensi 95 % tergantung daripada persyaratan aplikasinya. Berbeda dengan regulator linear, sistem rangkaian daya *switching* mungkin membutuhkan komponen eksternal tambahan, misalnya indikator, kapasitor, FETs, atau resistor umpan balik. HF920 adalah contoh dari regulator *switching* yang menawarkan keandalan tinggi dan regulasi daya yang efisien.

## II. BATASAN DARI REGULATOR TEGANGAN

Salah satu kelemahan dari regulator linear adalah mereka bisa tidak efisien, seperti mereka kehilangan daya dalam jumlah besar pada beberapa kasus. Penurunan tegangan dari regulator linear melampaui penurunan tegangan tahanan. Sebagai contoh, dengan tegangan masukan 5V dan tegangan keluaran 3V, ada sebuah penurunan 2V antar terminal, dan efisiensi dibatasi 3V/5V (60 %). Hal ini berarti regulator linear paling sesuai untuk aplikasi dengan  $V_{IN}/V_{OUT}$  yang lebih rendah.

Perkiraan kehilangan daya pada aplikasi regulator linear perlu diperhatikan, karena menggunakan tegangan masukan

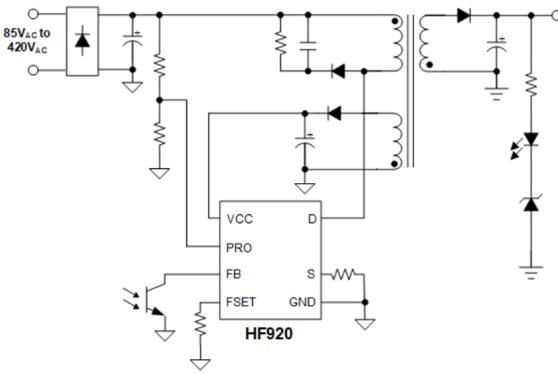


Fig. 2. HF920 Switching Regulator

yang lebih besar menghasilkan kehilangan daya yang besar yang mengakibatkan kelebihan energi panas dan kerusakan pada komponen.

Batasan lainnya adalah regulator tegangan hanya mampu sebagai *buck (step down) converter*, sebaliknya dengan regulator switching yang juga *offer boost (step-up) dan buck-boost conversion*.

Regulator switching lebih efisien tinggi, tetapi beberapa kelemahannya termasuk harganya cukup mahal dibandingkan regulator linear, besar dalam bentuk ukuran, lebih kompleks, dan dapat menciptakan lebih banyak *noise* jika dibandingkan komponen eksternal yang tidak dipilih secara tepat. *Noise* dapat lebih penting karena *noise* mempengaruhi operasi rangkaian.

### III. TOPOLOGI REGULATOR SWITCHING; STEP DOWN, STEP UP, LINEAR, DAN LDO

Ada beberapa macam topologi untuk regulator linear dan switching. Regulator linear sering kali tergantung pada *low-dropout (LDO)*. Pada regulator switching, ada tiga topologi yang umum antara lain : konverter *step-down*, konverter *step-up*, dan konverter *buck-boost*.

#### A. Regulator LDO

Sebuah topologi yang terkenal untuk regulator linear adalah regulator *low-dropout (LDO)*. Regulator linear umumnya menggunakan tegangan masukan setidaknya 2V diatas tegangan keluaran. Namun, regulator LDO didesain untuk dioperasikan dengan perbedaan tegangan yang sangat kecil antara terminal masukan dan keluaran, atau sekitar 100mV.

#### B. Konverter Step-Down and Step-Up

Konverter *step-down (buck converters)* mengambil tegangan masukan yang besar dan memproduksi tegangan keluaran yang kecil. Sehingga, konverter *step-up (boost converters)* mengambil tegangan masukan yang kecil dan memproduksi tegangan keluaran yang besar.

#### C. Buck-Boost Converters

Sebuah *buck-boost converter* adalah *converter single-stage* yang mengkombinasikan fungsi dari kombinasi *buck and boost* untuk meregulasi jangkauan yang besar dari tegangan masukan yang lebih besar atau lebih kecil dari tegangan keluaran.

### IV. KENDALI REGULATOR TEGANGAN

Empat komponen fundamental dari regulator linear adalah *transistor pass, error amplifier, voltage reference*, dan jaringan umpan balik tahanan. Salah satu dari masukan untuk *error amplifier* adalah dua tahanan (R1 dan R2) ke monitor, sebuah persentase dari tegangan keluaran. Masukan lainnya adalah referensi tegangan stabil ( $V_{REF}$ ). Jika sampel tegangan keluaran berubah dari relatif ke  $V_{REF}$ , maka *error amplifier* berubah dari resistansi menjadi *pass transistor* untuk mempertahankan tegangan keluaran tetap ( $V_{OUT}$ ).

Regulator linear umumnya hanya membutuhkan masukan eksternal dan kapasitor keluaran untuk beroperasi, membuat mereka mudah untuk diimplementasikan

Regulator switching membutuhkan lebih banyak komponen untuk menjadi rangkaian. Daya switching antara  $V_{IN}$  dan *ground* untuk membuat paket muatan untuk dikirim ke keluaran. Hal yang sama dengan regulator linear, ada *operational amplifier* yang mengambil sampel ke tegangan keluaran DC dari jaringan umpan balik dan membandingkannya untuk referensi tegangan internal. Kemudian, sinyal kesalahan diperkuat, dikompensasikan, dan difilter. Sinyal ini digunakan untuk modulasi *PWM duty cycle* untuk mensuplai lebih banyak muatan ke beban dan membawa kedalam regulasi.

### V. APLIKASI REGULATOR LINEAR DAN SWITCHING

Regulator linear seringkali digunakan dalam aplikasi yang sensitif biaya, sensitif *noise*, arus kecil, atau konstrain ruang. Beberapa contoh termasuk handphones, alat *Internet of Things (IoT)*. Sebagai contoh, aplikasi seperti peralatan bantu dengar dapat menggunakan regulator linear karena mereka memiliki elemen switching yang mampu membuat *noise* yang tidak diinginkan dan menginterferensikan performa alat.

Regulator switching lebih menguntungkan daripada aplikasi yang general, dan lebih berguna di aplikasi yang lebih membutuhkan efisiensi dan performa. Sebagai contoh, jika aplikasi membutuhkan solusi *step-down* yang besar, regulator switching lebih baik dari regulator linear dan menghilangkan kehilangan daya yang mampu membuat kerusakan pada komponen elektronik lainnya.

### VI. PARAMETER DASAR UNTUK IC REGULATOR TEGANGAN

Beberapa parameter dasar untuk dipertimbangkan menggunakan regulator tegangan menggunakan tegangan masukan, tegangan keluaran, dan arus keluaran. Parameter ini digunakan untuk menganalisa topologi VR yang kompatibel dengan *user's IC*.

Parameter lainnya termasuk arus *quiescent*, frekwensi switching, resistansi panas, dan tegangan umpan balik, mungkin sesuai pada aplikasi

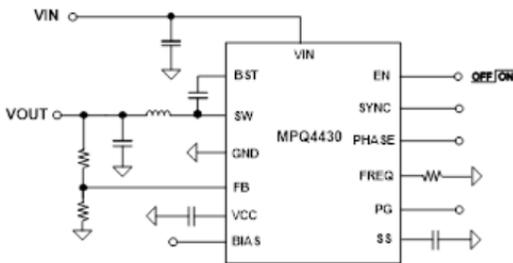


Fig. 3. MPQ4430-AEC1 Step-Down Regulator

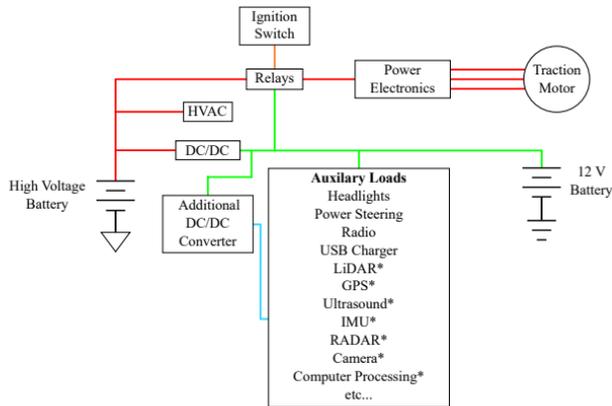


Fig. 4. *electricial wiring diagram* pada mobil autonomus

Arus *quiescent* penting jika efisiensi selama beban kecil atau *standby* adalah prioritas. Ketika frekwensi switching seperti parameter memaksimalkan frekwensi switching ke solusi sistem yang lebih kecil

Selain daripada itu, resistansi panas itu kritis untuk memindahkan panas dari peralatan dan kerugian daya disekitar sistem. Jika pengendali termasuk MOSFET internal, dan semua kerugian (konduktif dan dinamik) didisipasikan di dalam paket dan harus dipertimbangkan Ketika menghitung suhu maksimum dari IC

Tegangan umpan balik adalah parameter penting lainnya untuk menguji olehkarena itu memperlihatkan tegangan keluaran yang paling rendah yang regulator tegangan dapat membantu. Ini adalah standar untuk melihat parameter referensi tegangan. Batasan dari tegangan keluaran yang lebih rendah, akurasi daripada efek regulasi tegangan keluaran.

VII. APLIKASI PADA MOBIL AUTONOMOUS

Mobil autonomus merupakan pengembangan dari mobil listrik saat ini, sehingga mobil autonomus sepenuhnya menggunakan komponen elektronik dalam perakitanya. Adapun gambar rangkaian listrik daripada mobil listrik terlihat pada gambar 4.

*Voltage regulator* pada mobil autonomus hampir dipergunakan di semua bagian mobil autonomus. Namun paling signifikan adalah pada bagian sensor LIDAR, seperti yang terlihat pada gamabar 5.

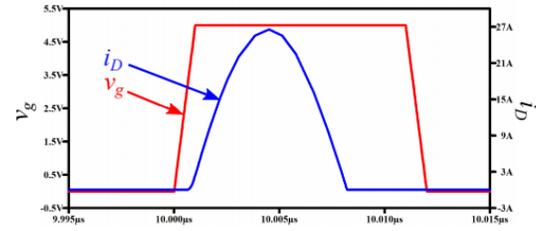
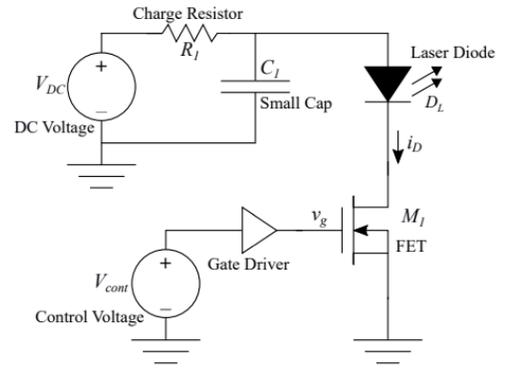


Fig. 5. rangkaian elektronik pada LIDAR

LIDAR merupakan suatu sensor yang terletak di atas atap mobil yang melakukan gerakan rotasi 360 derajat selama mobil berkendara secara otomatis. Cara kerja sensor ini adalah melakukan gerakan memutar untuk mendapatkan visualisasi lingkungan sekitar dalam radius 200 kaki. Dari hasil visualisasi tersebut, komputer yang di dalam mobil akan memroses data yang diperoleh untuk menghasilkan suatu peta 3d secara real time terhadap lingkungan sekitar. Dari sini komputer akan mengontrol arah gerak mobil dengan pertimbangan hasil visualisasi tadi

VIII. KESIMPULAN

Dalam mempertahankan tegangan keluaran agar tetap dibutuhkan sebuah *voltage regulator*, terutama dalam rangkaian dimana sering terjadi perubahan tegangan masukan atau resistansi beban

*Voltage regulator* berfungsi untuk menyesuaikan daerah jangkauan tegangan agar sesuai dengan tegangan komponen elektronik lainnya. *Voltage regulator* sering digunakan pada konversi DC/DC, konversi AC/AC, atau konversi AC/DC