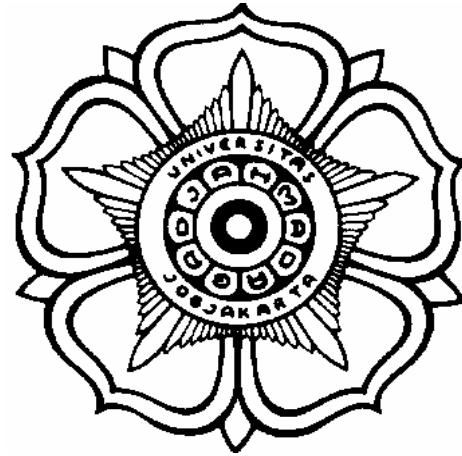


**PENYEDIA DAYA DC BERBASIS MIKROKONTROLER
MC68HC908QT2**

MAKALAH SKRIPSI



**Disusun oleh
Joko Mulyadi
98/120813/TK/22633**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2006**

HALAMAN PENGESAHAN

MAKALAH TUGAS AKHIR

**PENYEDIA DAYA DC BERBASIS MIKROKONTROLER
MC68HC908QT2**

Diajukan Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik Program S-1
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta

Telah Diperiksa dan Disetujui
Tanggal

Pembimbing

Ir. Bambang Sutopo, M.Phil
NIP : 130815058

PENYEDIA DAYA DC BERBASIS MIKROKONTROLER MC68HC908QT2

Joko Mulyadi¹, Bambang Sutopo²

¹ Penulis, Mahasiswa S-1 Teknik Elektro – UGM, Yogyakarta

² Dosen Pembimbing, Staff Pengajar pada Jurusan Teknik Elektro – UGM, Yogyakarta

ABSTRACT

The blowing of digital processor and microcontroller shown in price that more cheaper, features, and speed that more higher, related it, switch mode power supply (SMPS) possibbly controlled by microcontroller. To control SMPS ,the method is by control the switch on and off. There are two method to control SMPS output are Pulse Width Modulation (PWM) and Pulse Skipping Modulation (PSM). The use of microcontroller get adventages in programed system and simple circuit.

The purpose of this thesis is to design a SMPS controlled by microcontroller. Result of experiment showed system work better with efficient program. In PWM mode, microcontroller had bad performance, bad respons, caused computation and PWM procedure that too hard. In PSM mode, system showed load regulation and ripple noise better than in PWM mode. PSM mode had more simple and efficient program, with fast system respons.

INTISARI

Maraknya prosesor digital dan mikrokontroler yang terlihat dengan harganya yang semakin murah, fasilitas yang semakin lengkap dan kecepatannya yang semakin tinggi, maka penyedia daya mode penyaklaran dimungkinkan dapat dikendalikan dengan mikrokontroler. Di sini, pengendalian dilakukan dengan mengatur saklar daya. Metode yang dapat digunakan untuk mengendalikan keluaran penyedia daya mode penyaklaran adalah *Pulse-Width Modulation* (PWM) dan *Pulse Skipping Modulation* (PSM). Pengendali mikrokontroler memiliki beberapa keuntungan, seperti dapat terprogram dan rangkaian listrik lebih sederhana.

Tujuan tugas akhir ini adalah merancang sistem penyedia daya mode penyaklaran dengan pengendali saklar daya mikrokontroler. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa desain sistem bekerja baik jika program dibuat seefisien mungkin. Pada kendali PWM, mikrokontroler terlalu terbebani dengan perhitungan dan prosedur pembangkitan PWM sehingga memiliki respon yang lambat yang mengakibatkan kinerja sistem buruk (riak keluaran besar dan regulasi beban yang buruk). Sedangkan pada mode PSM kinerja sistem lebih baik, hal ini karena program dibuat sederhana dan efisien, sehingga memiliki respon yang cepat.

1. Pendahuluan

Pasar internal dan eksternal penyedia daya *switching* (SMPS) berkembang sangat pesat. Hal ini terlihat pada aplikasi-aplikasinya dalam perangkat komunikasi, komputer, perangkat instrumentasi, kontrol industri, militer dan ruang angkasa. Berkaitan dengan itu, pangs pasar SMPS untuk penyedia daya (*notebook*, selular, telepon, modem, dan peralatan komunikasi) meningkat dari sekitar 20 milyar dolar Amerika pada tahun 2000 menjadi 50 milyar dolar Amerika pada tahun 2005. Tingkat pertumbuhan yang sangat fantastis yaitu 23,2 %.

Mayoritas SMPS yang ada sekarang ini mempergunakan kendali analog dan mengalami perkembangan yang sangat lambat. Sementara perkembangan pasar prosesor digital meningkat seiring dengan harganya yang semakin terjangkau, kecepatannya yang semakin tinggi, dan fleksibilitasnya. Beberapa mikrokontroler telah dilengkapi pengubah analog digital (ADC) dan fitur-fitur yang semakin memperluas penggunaannya.

Penyedia daya mode penyaluran mempergunakan pengaturan pulsa-pulsa untuk mengendalikan tegangan keluarannya. Umumnya pengaturan pulsa-pulsa ini dilakukan oleh sebuah *chip* analog. Seperti diketahui, mikrokontroler adalah pengendali digital yang lebih fleksibel. Sehingga sangat memungkinkan jika pengaturan pulsa-pulsa itu dilakukan oleh sebuah mikrokontroler.

2. Tinjauan Pustaka

Penulis mendapatkan referensi mengenai penyedia daya mode penyaluran dari internet dan literatur kuliah.

3. Dasar Teori

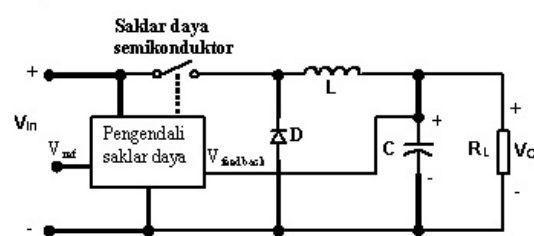
Pengendalian daya pada SMPS biasanya dikerjakan oleh sebuah IC dengan mengatur ON dan OFF saklar daya. Transistor daya yang digunakan pada penyedia daya mode penyaluran harus mempunyai kemampuan waktu penyaluran yang cepat dan tahan terhadap lucutan listrik induktor.

Rata-rata tegangan keluaran adalah sebanding dengan periode ON saklar. *Duty cycle* (D) adalah perbandingan antara periode saklar ON terhadap periode satu siklus penyaluran.

$$V_o = D \cdot V_{in}$$

SMPS dapat dikendalikan dengan dua cara:

1. Modulasi lebar pulsa (PWM)
2. *Pulse skipping modulation* (PSM)

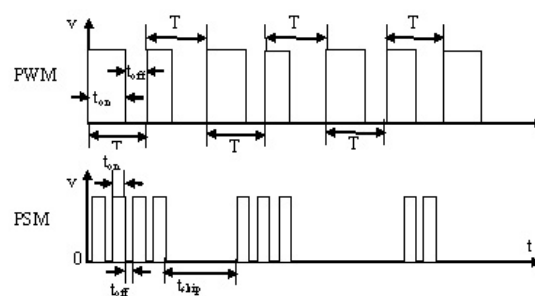


Gambar 1 : Penyedia Daya Mode Penyaklaran

Pada kendali PWM, regulasi tegangan keluaran dicapai dengan perubahan *duty cycle* dari saklar dan dengan frekuensi operasi tetap. Pada umumnya kendali PWM lebih disukai karena operasi frekuensi lebih tidak menguntungkan pada tapis LC keluaran. Pada sisi lain, tingkat beban tertentu pada konverter menyebabkan regulasi tegangan keluaran menjadi suatu masalah.

$$D = \frac{t_{on}}{T}, \text{ dengan } T = t_{on} + t_{off}$$

Modulator lebar pulsa merupakan bagian rangkaian kompleks regulator *switching*. Mikrokontroler memiliki fasilitas pembangkitan PWM pada modul timer, dengan *duty cycle* diatur melalui perangkat lunak. Sinyal umpan balik diperoleh melalui pengubah analog-digital (ADC) atau komparator analog. Tegangan referensi berupa level digital, pada perangkat lunak, atau dapat terprogram. Dalam hal ini tingkat ketelitian ADC dan efektifitas program berpengaruh pada keluaran regulator.



Gambar 2 : Pengendalian Saklar Daya

Kendali modulasi frekuensi memiliki periode ON konstan sedang frekuensi divariasi untuk mendapatkan tegangan keluaran yang diinginkan. Teknik seperti ini diperlukan jika beban regulator sangat rendah. Karena sulit untuk membuat periode saklar ON dalam jangka waktu tertentu, sedangkan batas tegangan telah dicapai, menyebabkan pengendalian dengan PWM menjadi mustahil. Maka *duty cycle* dikurangi dengan meningkatkan periode siklus dengan periode saklar ON minimum tergantung kecepatan saklar transistor. Teknik seperti ini disebut *Pulse Skipping Modulation* (PSM) atau disebut *Pulsed Frequency Modulation* (PFM).

$$D_{\max} = \frac{t_{\text{on}}}{t_{\text{on}} + t_{\text{off}}}, \text{ dan } D = \frac{t_{\text{on}}}{t_{\text{on}} + t_{\text{skip}}}$$

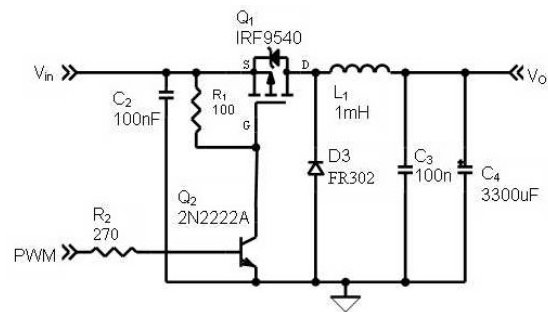
4. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Studi literatur mengenai penyedia daya mode penyaklaran dan pengendalian tegangan keluaran menggunakan PWM dan PSM.
- 2 Perancangan perangkat keras, meliputi sistem penyearah dan filter, konverter buck dan sistem mikrokontroler.
- 3 Perancangan perangkat lunak dengan PWM.
- 4 Pengujian dan pengambilan data percobaan sistem dengan PWM.
- 5 Analisa hasil perancangan pada mode PWM, masalah yang timbul serta penyelesaiannya.
- 6 Perancangan perangkat lunak dengan PSM, pengujian sistem dan analisa.
- 7 Pembuatan kesimpulan.

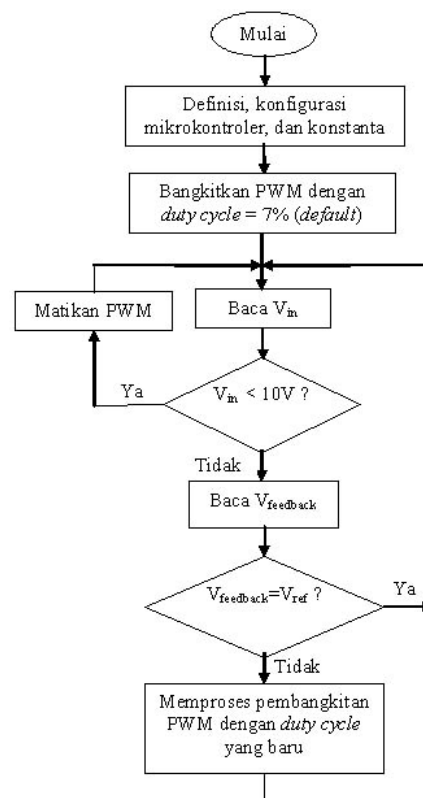
5. Hasil Implementasi dan Pembahasan

Rancangan rangkaian konverter buck diperlihatkan pada gambar 3, menyesuaikan denngan sinyal pengendali dari mikrokontroler.



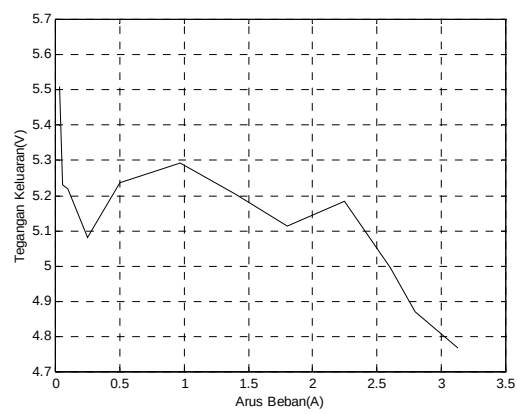
Gambar 3 : Konverter Buck

Gambar 4 memperlihatkan diagram alir perangkat lunak untuk mode PWM. Koreksi PWM dilakukan dengan merubah *duty cycle* jika tegangan keluaran tidak sama dengan tegangan yang diinginkan.



Gambar 4 : Diagram Alir Program Penyedia Daya DC Mode PWM

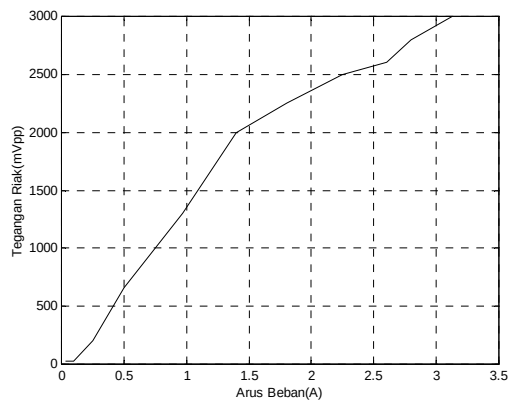
PWM berlangsung terus dengan memanfaatkan interupsi timer. Dalam hal ini periode PWM juga dipengaruhi oleh panjang interupsi timer.



Gambar 5 : Grafik Tegangan Keluaran terhadap Arus Beban pada Mode PWM

Hasil pengujian diperlihatkan pada gambar 5 dan gambar 6. Regulasi tegangan yang sangat buruk diperlihatkan pada beban rendah, pada beban 0,5A sampai 3A regulasi beban rata-rata 9,68%, padahal nilai standarnya kurang dari 1%.

Riak tegangan keluaran mencapai 3Vpp atau 1,67Vrms pada beban maksimum 3A diperlihatkan pada gambar 6. Hal ini tentu saja jauh dari standar penyedia daya *switching* yang mensyaratkan riak keluaran kurang dari 50mVrms.

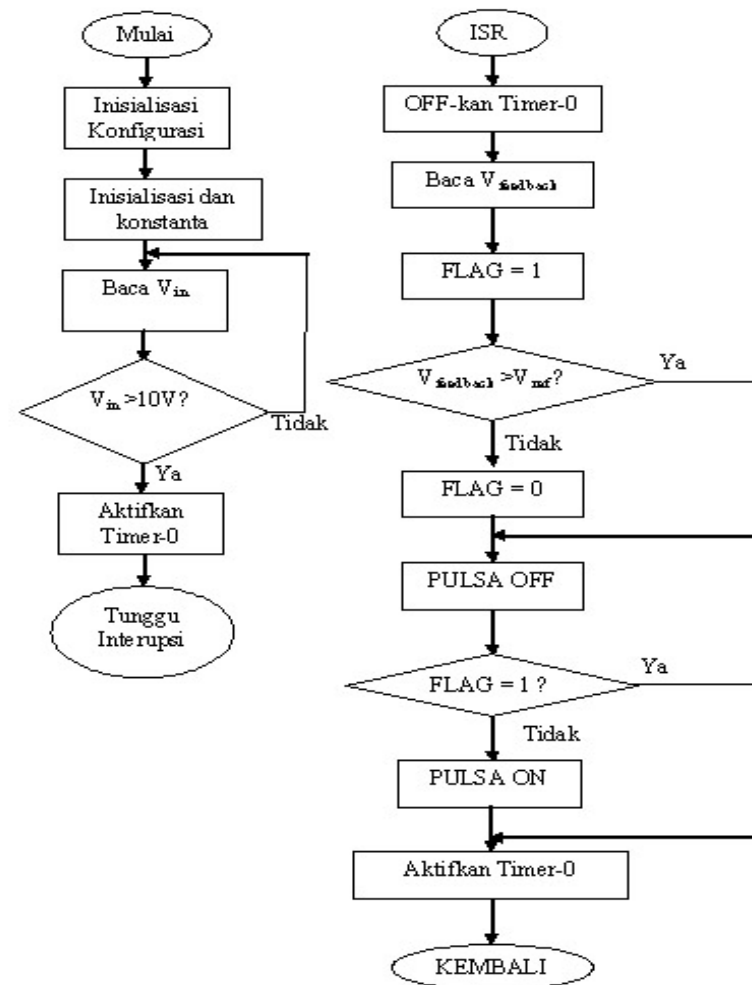


Gambar 6 : Grafik Riak Tegangan Keluaran terhadap Arus Beban pada Mode PWM

Penyebab permasalahan-permasalahan ini antara lain adalah sebagai berikut :

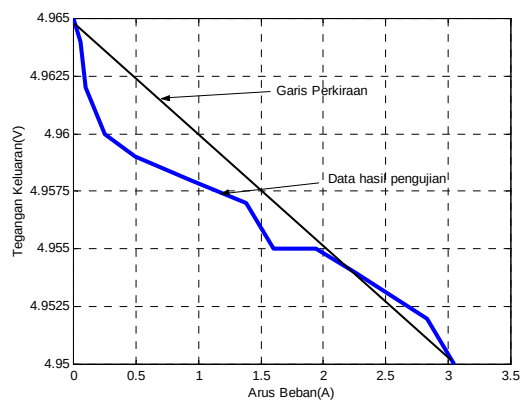
1. Pengukuran tegangan keluaran memiliki ketelitian rendah (ADC 8 bit).
2. PWM hanya 256 level, selisih tegangan masukan-keluaran besar.
3. Kecepatan mikrokontroler yang terbatas.

Untuk memperbaiki masalah ini maka dilakukan dengan merubah program menjadi PSM dengan algoritma yang sederhana dan efisien. Program PSM hanya ON-OFF, jika $V_{ref} > V_{feedback}$, pulsa-pulsa dibangkitkan, jika $V_{ref} < V_{feedback}$, pulsa-pulsa dimatikan. Diagram alir program PWM diperlihatkan pada gambar 7.



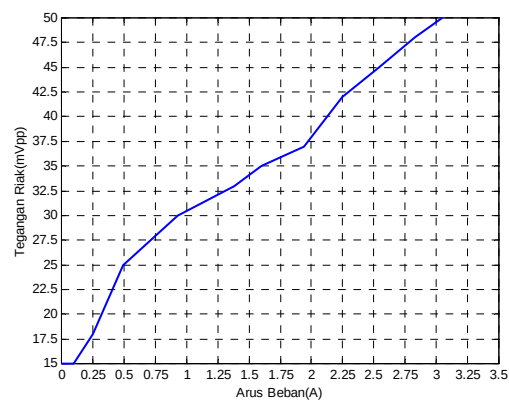
Gambar 7 : Diagram Alir Program PSM

Hasil pengujian penyedia daya berbasis mikrokontroler dengan mode PSM diperlihatkan pada gambar 8 dan gambar 9. diperlihatkan pada gambar 5 dan gambar 6. Regulasi tegangan pada beban 0,5A sampai 3A, regulasi beban rata-rata 0,13%, sudah sesuai dengan standar penyedia daya penyaklaran.



Gambar 8 : Grafik Tegangan Keluaran terhadap Arus Beban pada Mode PSM

Riak tegangan keluaran pada beban maksimum 3A diperlihatkan pada gambar 9, sebesar 50Vpp atau 17,68mVrms. Nilai ini memenuhi standar penyedia daya mode penyaklaran.



Gambar 9 : Grafik Riak Tegangan Keluaran terhadap Arus Beban pada Mode PSM

6. Kesimpulan

1. Penyedia daya DC *switching* berbasis mikrokontroler MC68HC908QT2 dapat dikendalikan dengan 2 cara yaitu dengan kendali PWM dan kendali *pulse skipping modulation* (PSM). Frekuensi penyaklaran untuk kendali PWM pada penelitian ini 26,32kHz, sedang untuk kendali PSM, frekuensi penyaklaran maksimum adalah 101,35kHz, dengan *duty cycle* maksimum 94,59%.
2. Penyedia daya DC dengan kendali PWM pada beban 0,5A sampai 3,13A memiliki regulasi beban 9,68% dan riak keluaran maksimum 1.067Vrms. Hasil

ini dibawah standar penyedia daya mode penyaklaran yang mensyaratkan regulasi beban maksimum 1% dan riak maksimum 50mVrms. Sedangkan untuk kendali PSM memiliki regulasi beban 0,1345% dan riak keluaran maksimum 17,68mVrms.

- 3 Program penyedia daya DC berbasis mikrokontroler MC68HC908QT2 harus efisien, tidak membebani mikrokontroler, sehingga memiliki respon cepat.
- 4 Penelitian ini menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat dipergunakan sebagai pengendali SMPS baik dengan mode PWM ataupun dengan mode PSM.

7. Daftar Pustaka

- 1 Chester Simpson, *Linear and Switching Voltage Regulator Fundamentals*, National Semiconductor inc.
- 2 Hartono Darmawaskita, AN216, *DC/DC Converter Controller Using a PICmicro Microcontroller*, Microchip Technology Inc.
- 3 Rasyid, M.H., 1999, *Power Electronic, Circuits, Devices and Application*, second editon, Prentice-Hall. Inc., New Delhi.
- 4 ON Semiconductor, Rev. 4, Feb-2002, *Linear & Switching Voltage Regulator Handbook*, <http://onsemi.com>.
- 5 Step down DC-DC converter, <http://www.powerdesigners.com/>