



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENJUMLAH
TEGANGAN BATERAI BERTENAGA
ALTERNATIF 12VDC DENGAN SUMBER
TEGANGAN DC**

MOCHAMMAD ADIL FARRASZAKY
NRP 10 51 15 000 00 086

Dosen Pembimbing 1
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito M.Sc
Dosen Pembimbing 2
Murry Raditya, ST, MT

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENJUMLAH TEGANGAN
BATERAI BERTENAGA ALTERNATIF 12VDC DENGAN
SUMBER TEGANGAN DC**

MOCHAMMAD ADIL FARRASZAKY
NRP 10 51 15 000 00 086

Dosen Pembimbing 1
Dr.Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

Dosen Pembimbing 2
Murry Raditya, ST, MT
NPP. 19882017111055

PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



FINAL PROJECT TF 145565

***DESIGN OF SUMMING BATTERY VOLTAGE POWERED BY
ALTERNATIVE ENERGY 12VDC WITH DC VOLTAGE
SOURCE***

MOCHAMMAD ADIL FARRASZAKY
NRP 10 51 15 000 00 086

Adviso Lecturer 1
Dr.Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

Advisor Lecturer 2
Murry Raditya, ST, MT
NPP. 19882017111055

DIII STUDY PROGRAM OF TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FAKULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN I

LAPORAN TUGAS AKHIR "RANCAG BANGUN SISTEM PENJUMLAH TEGANGAN BATERAI BERTENAGA ALTERNATIF 12VDC DENGAN SUMBER TEGANGAN DC"

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir
Oleh:

MOCHAMMAD ADIL FARRASZAKY

NRP. 10 51 15 000 00 086

Surabaya, 29 Juli 2018

Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc

NIP. 19620822 198803 1 001

Dosen Pembimbing II



Murry Raditya, ST, MT

NPP. 1988201711055



Kepala Departemen Teknik
Instrumentasi-ITS

Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc

NIP. 19620822 198803 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN II

**LAPORAN TUGAS AKHIR
"RANCAG BANGUN SISTEM PENJUMLAH TEGANGAN
BATERAI BERTENAGA ALTERNATIF 12VDC DENGAN
SUMBER TEGANGAN DC"**

LAPORAN TUGAS AKHIR

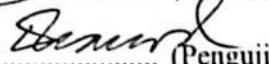
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir
Oleh:

MOCHAMMAD ADIL FARRASZAKY

NRP. 10 51 15 000 00 086

Surabaya, 29 Juli 2018

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Ir. Purwadi Agus D, M.Sc  (Pembimbing I)
2. Murry Raditya, ST, MT  (Pembimbing II)
3. Ir. Tutug Dhanardono, MT  (Penguji I)

SURABAYA
JULI 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan

RANCAG BANGUN SISTEM PENJUMLAH TEGANGAN BATERAI BERTENAGA ALTERNATIF 12VDC DENGAN SUMBER TEGANGAN DC

Nama Mahasiswa : Mochammad Adil Farraszaky
NRP : 10 51 15 000 00 086
Program Studi : D3 Instrumentasi Technology
Jurusan : Departement of Engineering
Instrumentation FV-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.sc
Murry Raditya S.T, M.T

Abstrak

Konversi cahaya matahari dan angin menjadi listrik menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Namun penggunaan energi alternatif tersebut memiliki kekurangan yaitu cuaca, perubahan cuaca menjadi faktor dari hasil energi yang dapat dihasilkan. Maka dirancang sebuah sistem penjumlah tegangan bertenaga alternatif dengan sumber DC lain guna mengantisipasi masalah tersebut. Dari penelitian ini telah dibuat sebuah sistem penjumlah tegangan dengan metode rangkaian seri untuk menjumlahkan tegangan dari baterai yang bertenaga alternatif dan sumber DC guna memenuhi kebutuhan daya sebuah ruangan. Dari pengujian yang dilakukan sistem dapat berjalan sesuai kondisi yaitu perubahan kondisi dari 1 sumber ke penjumlahan 2 sumber saat sumber tegangan variabel (sumber tegangan yang nilainya berubah terhadap waktu dan beban) dalam hal ini tegangan baterai berada pada set point terendah yaitu 12 VDC. Dari perbandingan antara input baterai dengan output baterai saat menggunakan sumber tegangan DC sebesar 9VDC dan tegangan baterai bernilai 10VDC dapat menghasilkan tegangan keluaran sebesar 18.14VDC. hal tersebut dapat dilakukan dengan adanya sebuah sensor tegangan dan mikro kontroler untuk melakukan sebuah aksi pada aktuator. Metode sensor tegangan yang digunakan disini berupa pembagi tegangan dengan R1 dan R2 masing-masing sebesar 10k Ω dan 2k Ω sehingga dapat melakukan rentang pembacaan sebesar 0-30VDC.

Kata Kunci: Energi Alternatif, Penjumlah Tegangan, Sumber DC, Tegangan, Mikrokontroler, Baterai

Halaman ini sengaja dikosongkan

DESIGN OF SUMMING BATTERY VOLTAGE POWERED BY ALTERNATIVE ENERGY 12VDC WITH DC VOLTAGE SOURCE

Student Name : Mochammad Adil Farraszaky
NRP : 10 51 15 000 00 086
Study Program : D3 Instrumentasi Technology
Mayor : Departement of Engineering
Instrumentation FV-ITS
Advisor Lecturer : Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.sc
Murry Raditya S.T, M.T

Abstract

Sunlight and wind conversion into electricity can be solution for decreasing fossil fuels usage. However, using alternative energy, has a weather-like deficiency. Weather is can be a factor that can generate electricity. Then designed a summing voltage alternative power with DC voltage source system. From this research has been made a summing system by using series circuit for batteries from battery powered by alternative energy and DC to meet the needs of power in the room. From the credit made the system can be done in accordance with the existing conditions of the 1st type for the current variable voltage (voltage source that changes with time and load) in this case, it be under the set-point 12 VDC. From comparison between battery input with output using DC voltage equal to 9VDC and battery voltage value 10VDC can generate Output voltage equal to 18.14VDC. This can be done using voltage sensor and microcontroller to perform an action on the actuator. The sensor method used is a voltage divider with both of R1 and R2 are 10k Ω and 2k Ω so that it can perform a voltage sensing range of 0-30VDC.

Key Words: *Alternative Energy, Summing Voltage, DC Voltage Source, Voltage, Microcontroller, Battery*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya Laporan Tugas Akhir yang berjudul RANCANG BANGUN SISTEM PENJUMLAH TEGANGAN BATERAI 12VDC DENGAN SUMBER DC dapat terselesaikan dengan baik sampai akhirnya laporan Tugas Akhir ini dapat penulis susun hingga selesai.

Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas bantuan segala pihak. Penulis ucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga laporan ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Kedua orang tua dan saudara yang senantiasa memberikan dukungan dan doa. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. selaku Ketua Departemen Teknik Instrumentasi ITS. Seluruh teman-teman dan segala pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu terima kasih atas segala bantuannya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran serta kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembacanya dan dapat menjadi referensi untuk pembacanya. Akhir kata penulis mohon maaf atas setiap kesalahan yang dilakukan selama pelaksanaan sampai penyusunan laporan ini.

Surabaya, 20 Juni 2018

Penyusun

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PENGESAHAN I	v
LEMBAR PENGESAHAN II	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 <i>Solid State Relay</i>	5
2.2 Dioda	7
2.3 Triac	8
2.4 AVR Atmega128	10
2.5 Code Vision AVR	12
2.6 Proses Penjumlahan Sumber Tegangan	13
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT ----	17
3.1 Flow Chart Perancangan Alat	17
3.2 Gambaran Umum Tugas Akhir	20
3.3 Perancangan Alat	20
3.3.1 Perancangan Sistem Penjumlah Tegangan Baterai dan Sumber Tegangan DC	21
3.3.2 Perancangan dan Simulasi Rangkaian Sistem Penjumlah	22
3.3.3 Bagian-bagian Penting pada Perancangan Sistem Penjumlah Tegangan	25

3.3.4 Perancangan Program Sistem Penjumlah Tegangan -----28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN -----31

4.1 Pengujian -----31

4.1.1 Simulasi Pemodelan -----31

4.1.2 Pengujian Hardware -----33

4.1.3 Analisis Data -----34

4.2 Pembahasan -----46

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN -----47

5.1 Kesimpulan-----47

5.2 Analisis Data-----47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Hybrid SSR</i> -----	5
Gambar 2.2	SSR dengan Transformer-----	6
Gambar 2.3	SSR dengan Cahaya-----	6
Gambar 2.4	Simbol Dioda pada Skematik -----	7
Gambar 2.5	Operasi Dioda-----	7
Gambar 2.6	Analogi Dioda sebagai Check Valve -----	8
Gambar 2.7	Skema dan simbol Triac -----	9
Gambar 2.8	Grafik Karakteristik Triac-----	10
Gambar 2.9	Chip dan macam pin Atmega128 -----	11
Gambar 2.10	Minimum System ATmega128 -----	11
Gambar 2.11	Tampilan Antar muka aplikasi Code Vision AVR-----	13
Gambar 2.12	Penjumlahan Arus Pada rangkaian Paralel -----	14
Gambar 2.13	Baterai dengan Rangkaian Paralel -----	15
Gambar 2.14	Penjumlahan 2 Sumber berbeda polaritas dalam rangkaian Seri-----	15
Gambar 2.15	Baterai dengan rangkaian seri-----	16
Gambar 3.1	Blok Diagram keseluruhan Sistem -----	17
Gambar 3.2	Diagram Alir Pengerjaan Sistem Penjumlah -	19
Gambar 3.3	Blok Diagram Sistem Penjumlah -----	21
Gambar 3.4	Simulasi Rangkaian Sistem Penjumlah Tegangan Kondisi 1 sumber -----	23
Gambar 3.5	Simulasi Rangkaian Sistem Penjumlah Tegangan Kondisi 2 sumber -----	24
Gambar 3.6	Desain PCB pada aplikasi <i>Eagle 7.20</i> -----	25
Gambar 3.7	Rangkaian Pembagi Tegangan dalam Software Simulasi Proteus -----	26
Gambar 3.8	Rangkaian Pembagi Tegangan -----	26
Gambar 3.9	Rangkaian Relay yang digunakan dalam Software Simulasi Proteus -----	27

Gambar 3.10	Modul <i>Solid State Relay</i> -----	27
Gambar 3.11	Minimum Sistem Atmega128 pada Software Simulasi Proteus -----	28
Gambar 3.12	Minimum Sistem Atmega128 -----	28
Gambar 3.13	Baris Kode Rumus Konversi Nilai ADC ke Variabel Tegangan-----	29
Gambar 3.14	Baris Kode Utama -----	30
Gambar 4.1	Sensor Tegangan -----	31
Gambar 4.2	Respon Sistem Penjumlah Tegangan saat perubahan kondisi -----	32
Gambar 4.3	Sensor Tegangan -----	33
Gambar 4.4	Rangkaian Penjumlah Tegangan -----	33
Gambar 4.5	Pembacaan Sensor Tegangan -----	34
Gambar 4.6	Grafik perbandingan Pembacaan Naik antara Sensor tegangan 1 dan standar -----	36
Gambar 4.7	Grafik perbandingan Pembacaan turun antara Sensor tegangan 1 dan standar -----	36
Gambar 4.8	Grafik Nilai Koreksi Sensor tegangan 1 -----	37
Gambar 4.9	Grafik perbandingan Pembacaan Naik antara Sensor tegangan 2 dan standar -----	38
Gambar 4.10	Grafik perbandingan Pembacaan Turun antara Sensor tegangan 2 dan standar --	39
Gambar 4.11	Grafik Nilai Koreksi Sensor tegangan 2-----	39
Gambar 4.12	Titik Pengujian Rangkaian Penjumlah -----	41
Gambar 4.13	Pengujian Pada Rangkaian Penjumlah -----	41
Gambar 4.14	Grafik Nilai Output Tegangan Terhadap Input 9V dan Variasi tegangan 2VDC hingga 24VDC-----	43
Gambar 4.15	Grafik Nilai Output Arus Terhadap Input 9V dan Variasi tegangan 2VDC hingga 24VDC-----	44
Gambar 4.16	Grafik Keluaran Daya yang dihasilkan -----	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Rata-rata pembacaan Naik dan Turun Sensor 1 ---	35
Tabel 4.2	Rata-rata Pembacaan Alat dan Standar serta Nilai Koreksi oleh Sensor 1-----	35
Tabel 4.3	Rata-rata pembacaan Naik dan Turun Sensor 2-----	37
Tabel 4.4	Rata-rata Pembacaan Alat dan Standar serta Nilai Koreksi oleh Sensor 2-----	38
Tabel 4.5	Nilai Ketidak Pastian Sensor 1-----	40
Tabel 4.6	Nilai Ketidak Pastian Sensor 2-----	40
Tabel 4.7	Data Hasil Uji Rangkaian Penjumlahan Tegangan-----	42
Tabel 4.8	Tabel Daya-----	45

Halaman ini sengaja dikosongk

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak energi alternatif yang umum diantaranya yaitu konversi energi matahari dengan menggunakan sel surya dan konversi tenaga angin dengan menggunakan turbin angin. Energi alternatif sendiri merupakan energi yang didapat dengan mengandalkan energi yang disediakan oleh alam seperti cahaya matahari, angin, aliran sungai, arus laut, dan lain-lain. Oleh karena itu, penggunaan energi alternatif sangatlah bergantung oleh keadaan alam, sehingga ada kalanya energi alternatif tidak efektif. Contohnya, sel surya dalam cuaca berawan akan menghasilkan energi yang lebih rendah dibandingkan saat cuaca cerah. Maka dari itu, kombinasi energi alternatif yang digunakan akan sangat membantu untuk menutupi kekurangan tersebut, dalam hal ini mengkombinasikan energi alternatif yang dihasilkan sel surya dan turbin angin.

Diketahui salah satu riset yang telah dilakukan mengatakan bahwa radiasi matahari memiliki potensi sebesar $8,073 \text{ kWh/m}^2$ setiap hari dan energi angin memiliki potensi sebesar $2,3 \text{ m/s}$. Nilai NPC (*Net Present Cost*) tertinggi yang dapat dicapai sebesar \$171,447 dan terendah sebesar \$61,811.[1]

Adapun kelebihan dan kekurangan dari riset diatas yaitu penggunaan energi yang efisien dan seminimal mungkin menggunakan bahan bakar fosil. Sedangkan kekurangannya adalah komponen utamanya dan perawatannya yang cukup mahal.[1]

Hasil dari pengkombinasian kedua energi alternatif tersebut nantinya akan disimpan dalam sebuah baterai yang nantinya akan didistribusikan serta menggunakan genset sebagai cadangan bilamana tegangan dari energi alternatif tidak memenuhi kebutuhan. Sehingga dapat menekan penggunaan daya listrik PLN. Hal tersebut dapat diterapkan pada salah satu ruangan Departemen Teknik Instrumentasi ITS yang nantinya akan dirancang sebagai Smart Room.

Dalam hal ini, *Smart Room* didefinisikan sebagai ruangan yang memiliki efisiensi energi yang baik, sehingga dapat menekan

penggunaan energi listrik yang dihasilkan dari bahan bakar fosil seperti PLN.

Untuk pengkombinasian energi alternatif dan Genset sebagai cadangan dalam *Smart Room* diperlukan sistem *Summing Amplifier* atau sistem Penjumlah tegangan untuk menyatukan ketiga sumber listrik yang memiliki karakteristik yang berbeda tersebut.

Sistem Penjumlah sendiri merupakan rangkaian yang digunakan untuk menyatukan beberapa sumber listrik dari beberapa sumber yang berbeda. Sehingga sumber listrik tersebut dapat digunakan ke beban listrik. Maka dari itu diperlukan rancang bangun Sistem Penjumlah yang akan digunakan untuk menggabungkan sumber listrik dari baterai bertenaga sel surya, turbin angin, dan sumber tegangan DC dari Genset yang telah di searahkan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik dalam *smart room*.

Untuk melakukan perancangan tersebut diperlukannya literasi ataupun pemahaman mengenai materi Sistem Konversi Daya Listrik untuk menunjang perancangan suatu sistem penjumlahan ataupun konversi daya listrik dimana hal tersebut merupakan konsep dasar dalam penggunaan energi alternatif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara merancang bangun summing amplifier pada sumber listrik photovoltaic, wind turbine dan Genset pada smart room?
- b. Bagaimana hasil performansi summing amplifier pada sumber listrik photovoltaic, wind turbine dan genset pada smart room?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi Diploma III Teknologi Instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu:

- a. Mampu merancang bangun summing amplifier pada sumber listrik photovoltaic, wind turbine dan genset pada smart room.

- b. Untuk menganalisa hasil performansi Sistem Penjumlah pada sumber listrik Baterai bertenaga photovoltaic , wind turbine dan sumber tegangan DC dari Genset yang telah disearahkan pada smart room.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada laporan ini yaitu terkait rancang bangun sistem penjumlah tegangan yang digunakan untuk menjumlahkan tegangan antara baterai bertenaga turbin angin dan sel surya dengan sumber DC dari genset yang telah disearahkan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu memenuhi kebutuhan daya listrik untuk *smart room* tanpa menggunakan tegangan PLN.
2. Dapat mengaplikasikan dan mempelajari lebih dalam di bidang konversi daya listrik.

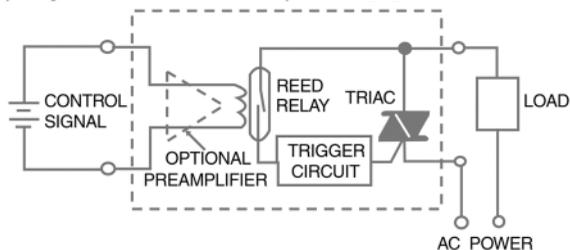
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II DASAR TEORI

2.1 SOLID STATE RELAY

Solid State Relay merupakan perangkat kontrol ON-OFF di mana arus beban dilewatkan oleh satu atau banyak semikonduktor seperti, transistor daya, SCR, atau TRIAC. (SCR dan TRIAC sering disebut "thyristor," sebuah istilah yang diturunkan dengan menggabungkan thyatron dan transistor, karena thyristor dipicu semikonduktor switch.) Seperti relay pada umumnya, SSR membutuhkan kontrolcircuit yang relatif rendah energi untuk mengubah status output dari OFF ke ON, atau sebaliknya. Karena energi kontrol ini sangat jauh lebih rendah dari pada daya output yang dapat dikontrol oleh relay pada beban penuh, "Power gain" dalam RSK sangat penting - sering banyak lebih tinggi dari pada relay elektromagnetik sebanding rating keluaran. Dengan kata lain, kepekaan dari RSK sering secara signifikan lebih tinggi daripada EMR nilai output yang sebanding.[2] SSR lebih mudah diklarifikasi dari melihat rangkaian inputnya, dengan referensi khusus pada sarana dimana isolasi input-output tercapai. Adapun tiga kategori utama SSR yang diketahui:

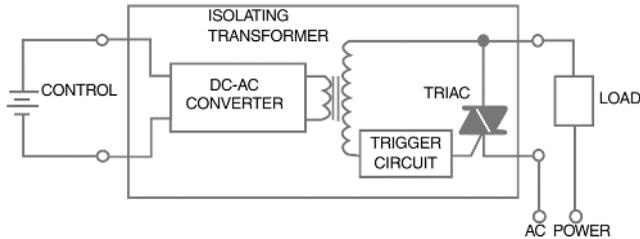
1. *Reed-Relay-Coupled SSR*, di mana sinyal kontrol diterapkan (langsung, atau melalui preamplifier) ke gulungan relai buluh. Penutupan saklar buluh kemudian mengaktifkan sirkuit yang sesuai yang memicu sakelar thyristor.[2]



Gambar 2.1 Hybrid SSR

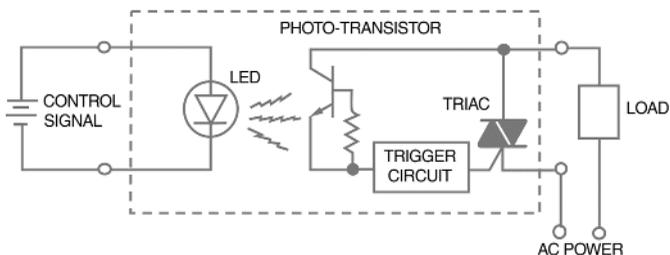
2. *Transformer-Coupled SSR*, di mana sinyal kontrol diterapkan (melalui konverter DC-AC, jika DC, atau langsung, jika AC) ke primer dari transformator daya rendah, dan tegangan

sekunder yang dihasilkan dari eksitasi primer digunakan (dengan atau tanpa perbaikan, amplifikasi, atau modifikasi lainnya) untuk memicu saklar thyristor. Dalam tipe ini, tingkat isolasi input-output tergantung pada desain transformator. [2]



Gambar 2.2 SSR dengan Transformer

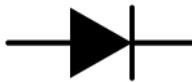
3. *Photo-coupled SSR*, di mana sinyal kontrol diterapkan ke sumber cahaya atau inframerah (biasanya, dioda pemancar cahaya, atau LED), dan radiasi dari sumber itu terdeteksi dalam semikonduktor peka terhadap cahaya (yaitu *photosensitive diode*, *photosensitive*, atau *photosensitive thyristor*). Output dari perangkat peka-foto kemudian digunakan untuk memicu (gerbang) TRIAC atau SCR yang mengubah arus beban. Jelas, satu-satunya "jalur kopling" yang signifikan antara input dan output adalah berkas cahaya atau radiasi infra merah, dan isolasi listrik sangat baik. SSR ini juga disebut sebagai "*optically coupled*" atau "*photoisolated*". [2]



Gambar 2.3 SSR dengan Cahaya

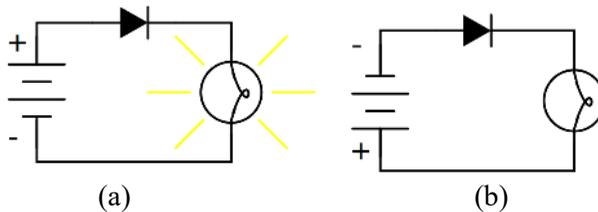
2.2 Dioda

Dioda adalah perangkat listrik yang memungkinkan arus bergerak melalui satu arah dengan kemudahan yang jauh lebih besar daripada yang lain. Jenis yang paling umum dari dioda dalam desain sirkuit modern adalah dioda semikonduktor, meskipun teknologi dioda lain ada. Dioda semikonduktor disimbolkan dalam diagram skematik seperti Gambar 2.4. Istilah "dioda" biasanya disediakan untuk perangkat sinyal kecil, $I \leq 1$ A. Istilah *rectifier* digunakan untuk perangkat daya, $I > 1$ A.[3]



Gambar 2.4 Simbol Dioda pada Skematik

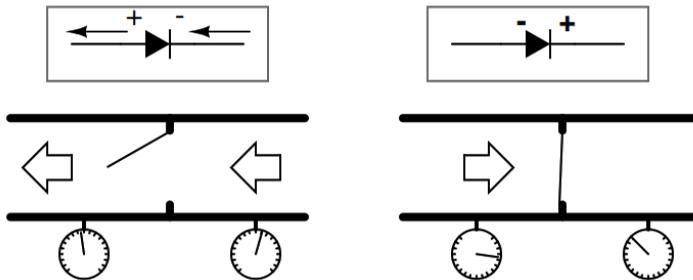
Ketika ditempatkan di sirkuit lampu baterai sederhana, dioda akan memungkinkan atau mencegah arus melalui lampu, tergantung pada polaritas tegangan yang diberikan.[3]



Gambar 2.5 Operasi Dioda

Perilaku dioda dapat di analogikan dengan perilaku perangkat hidrolik yang disebut *check valve*. *Check valve* memungkinkan aliran cairan melewatinya hanya dalam satu arah seperti pada Gambar 2.6. *Check valve* pada dasarnya adalah perangkat yang dioperasikan dengan tekanan, mereka membuka dan memungkinkan aliran mengalir jika tekanan yang melaluinya sesuai dengan "polaritas" yang benar untuk membuka gerbang (dalam analogi yang ditunjukkan, tekanan fluida yang lebih besar di sebelah kanan daripada di sebelah kiri). Jika tekanannya berlawanan dengan "polaritas", perbedaan tekanan di katup akan

menutup dan menahan gerbang sehingga tidak ada aliran yang terjadi. Seperti katup periksa, dioda pada dasarnya adalah "tekanan-dioperasikan (tegangan-dioperasikan) perangkat. Perbedaan mendasar antara bias maju dan bias-terbalik adalah polaritas tegangan yang jatuh di seluruh dioda. [3]



Gambar 2.6 Analogi Dioda sebagai Check Valve

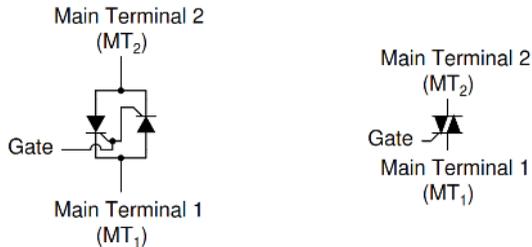
2.3 Triac

SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) adalah perangkat arus satu arah, membuatnya berguna untuk mengontrol tegangan DC saja. Jika dua SCR bergabung dalam mode paralel *back-to-back* seperti dua dioda Shockley bergabung bersama untuk membentuk DIAC, maka akan didapat perangkat baru yang dikenal sebagai TRIAC.[3]

Triac merupakan komponen semikonduktor yang tersusun atas diode empat lapis berstruktur p-n-p-n dengan tiga p-n junction. Triac memiliki tiga buah elektrode, yaitu : gate, MT1, MT2. Triac biasanya digunakan sebagai pengendali dua arah (bi-directional). Apabila kita akan menggunakan triac dalam pembuatan perangkat atau sistem kontrol elektronik, ada beberapa hal yang harus diketahui dalam memilih triac sebagai berikut. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya

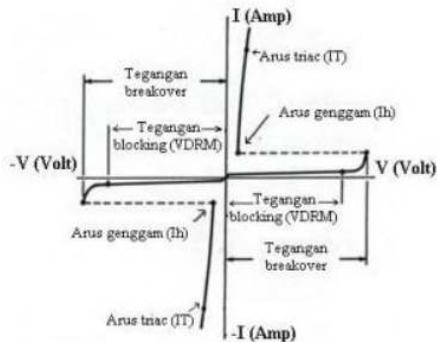
1. Tegangan breakover maju dan mundur
2. Arus maksimum (I_T maks)
3. Arus genggam minimum (I_h min)

4. Tegangan dan arus picu gate yang diperlukan kecepatan pensaklaran tegangan maksimum dV/dt tegangan blocking triac (VDRM).



Gambar 2.7 Skema dan simbol Triac

Triac akan tersambung (on) ketika berada di quadran I yaitu saat arus positif kecil melewati terminal gate ke MT₁, dan polaritas MT₂ lebih tinggi dari MT₁, saat triac terhubung dan rangkaian gate tidak memegang kendali, maka triac tetap tersambung selama polaritas MT₂ tetap lebih tinggi dari MT₁ dan arus yang mengalir lebih besar dari arus genggamnya (holding current/ I_h), dan triac juga akan tersambung saat arus negatif melewati terminal gate ke MT₁, dan polaritas MT₁ lebih tinggi dari MT₂, dan triac akan tetap terhubung walaupun rangkaian gate tidak memegang kendali selama polaritas MT₁ lebih tinggi dari MT₂. Selain dengan cara memberi pemicuan melalui terminal gate, triac juga dapat dibuat tersambung (on) dengan cara memberikan tegangan yang tinggi sehingga melampaui tegangan breakover-nya terhadap terminal MT₁ dan MT₂, namun cara ini tidak diizinkan karena dapat menyebabkan triac akan rusak. Pada saat triac tersambung (on) maka tegangan jatuh maju antara terminal MT₁ dan MT₂ sangatlah kecil yaitu berkisar antara 0.5 volt sampai dengan 2 volt. Berikut gambar dari kurva karakteristik Triac :



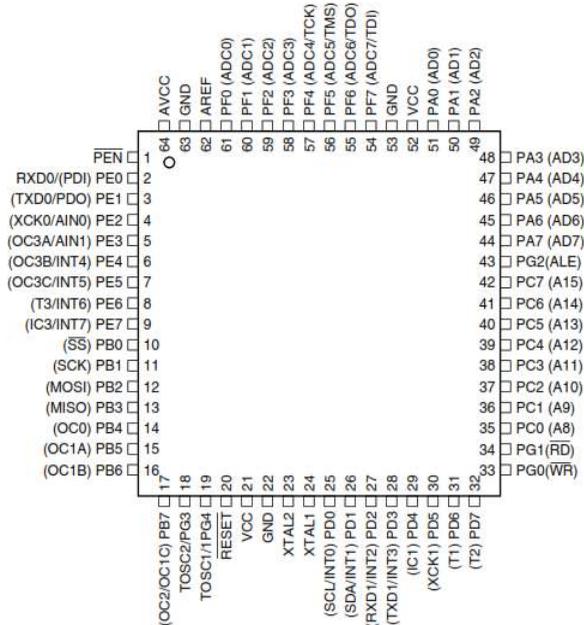
Gambar 2.8 Grafik Karakteristik Triac

2.4 AVR Atmega128

Merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit. Beberapa fitur yang dimiliki adalah memiliki beberapa memory yang bersifat non-volatile, yaitu 128 Kbytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (128 Kbytes memory flash untuk pemrograman), 4 Kbytes memori EEPROM, 4 Kbytes memori internal SRAM, write/erase cycles : 10.000 flash/ 100.000 EEPROM (program dalam mikrokontroler dapat diisi dan dihapus berulang kali sampai 10.000 kali untuk flash memori atau 100.000 kali untuk penyimpanan program/data di EEPROM).

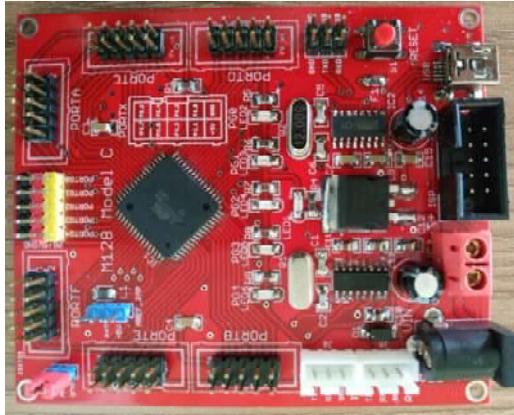
Selain memori, fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler atmega128 ini adalah pada perangkat peripheral interface-nya, yaitu memiliki 2 buah 8-bit timer atau counter, 2 buah expand 16-bit timer atau counter, RTC (Real Time Counter) dengan oscillator yang terpisah, 2 buah 8-bit chanel PWM, 6 PWM chanel dengan resolusi pemrograman dari 2 sampai 16 bits, output compare modulator, 8-chanel 10-bit ADC, 2 buah TWI (Two Wire Interface), 2 buah serial USARTs, master atau slave SPI serial interface, Programmable Watchdog Timer dengan On-chip Oscillator, On-chip analog comparator, dan memiliki 53 programmable I/O. Sedangkan untuk pengoperasiannya sendiri, Miktrokontroler ATmega128 dapat dioperasikan pada catuan 4.5 – 5.5 V untuk ATmega128 dengan clock speed 0 – (3.8) 16 MHz.

Atmega128 sediri memiliki banyak fungsi disetiap *port*-nya beberapa diantaranya seperti ADC, OCR, INT, dan beberapa diantaranya dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Chip dan macam pin Atmega128

Minimum system Atmega128 Merupakan suatu rangkaian minimalis yang dirancang atau dibuat agar suatu mikrokontroler dapat berfungsi dan bekerja dengan semestinya. Konfigurasi pin ISP (In System Programming) pada Mikrokontroler ATmega128 adalah mosi-RX0, miso-TX0, SCK-SCK, dan power supply.



Gambar 2.10 Minimum System ATmega128

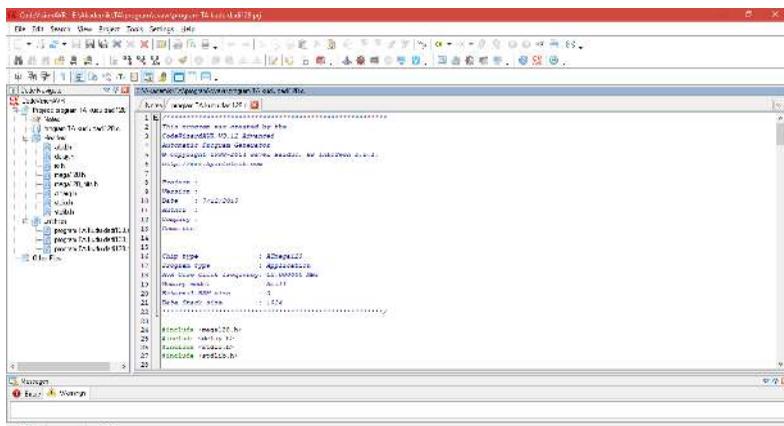
Desain sistem minimum tersebut merupakan rangkaian minimum yang terdiri dari beberapa led indikator dan 2 port I/O expansion, selain itu juga dilengkapi dengan rangkaian referensi clock, rangkaian reset, dan port pemrograman ISP. Pada rangkaian sistem minimum ini juga harus diperhatikan bahwa pin PEN harus pada kondisi pull up (pin PEN dihubungkan dengan catuan/vcc yang diberi tahanan). Selain itu juga perlu diperhatikan bahwa untuk konfigurasi programing mikrokontroler atmega 128 ini menggunakan ISP, pin MOSI downloader terhubung dengan pin RX0 mikrokontroler, sedangkan pin MISO downloader terhubung dengan pin TX0 mikrokontroler, sedangkan pin SCK dan pin reset downloader masing masing terhubung dengan pin SCK dan pin reset mikrokontroler. Port-port I/O dan peripheral interface pada mikrokontroler ATmega128 yang telah terhubung dengan sistem minimum dapat langsung dihubungkan ke perangkat-perangkat atau komponen lainnya untuk diintegrasikan menjadi suatu sistem atau rangkaian elektronika yang lebih kompleks.[4]

2.5 Code Vision AVR

Codevision AVR C Compiler, Pemrograman mikrokontroler AVR lebih mudah dilakukan dengan bahasa pemrograman C. Salah satu software pemrograman AVR mikrokontroler adalah

CodevisionAVR C Compiler versi 1. 253 yang selanjutnya dalam pembahasan disebut cvAVR. Pada cvAVR terdapat code wizard yang sangat membantu dalam proses inisialisasi register dalam mikrokontroler dan untuk membentuk fungsi - fungsi interrupt. Pada code wizard.

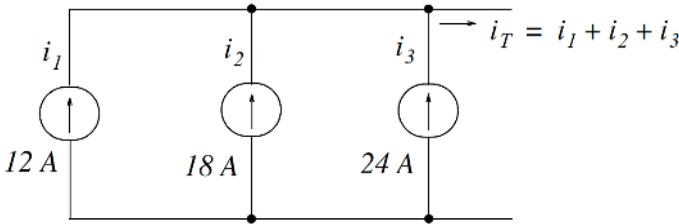
Untuk membuat inialisasi cukup dengan meng-click atau memberi tanda check sesuai property dari desain yang dikehendaki setelah itu register yang terinisialisasi dapat dilihat melalui program preview atau melalui generate and save. Dengan menggunakan pemrograman bahasa-C diharapkan waktu disain (deleoping time) akan menjadi lebih singkat. Setelah program dalam bahasa-C ditulis dan dilakukan kompilasi tidak terdapat kesalahan (error) maka proses download dapat dilakukan. Mikrokontroler AVR mendukung sistem download secara ISP (In-System Programming). Berikut tampilan antar muka Code Vision AVR.[5]



Gambar 2.11 Tampilan Antar muka aplikasi Code Vision AVR

2.6 Proses Penjumlahan Sumber Tegangan

Proses penjumlahan pada rangkaian listrik memiliki 2 metode yaitu seri dan paralel. Dalam rangkaian paralel variabel yang berjumlah merupakan nilai arusnya sebagai mana hukum Kirchof.[6] berikut merupakan contoh rangkaian paralel dan persamaan penjumlahan arus dalam rangkaian paralel:



Gambar 2.12 Penjumlahan Arus Pada rangkaian Paralel

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots I_n \dots\dots\dots(2.1)$$

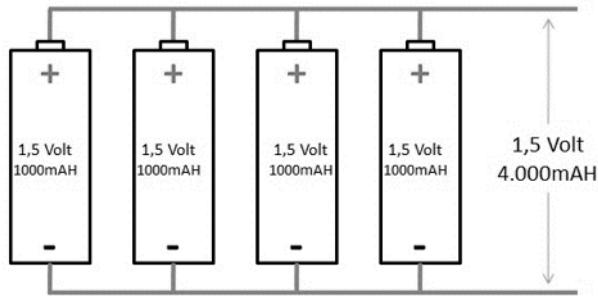
Sebagai mana pada persamaan umum $V=I \times R$ maka tegangan yang berlaku pada rangkaian paralel adalah sebagai berikut :

$$\frac{V_t}{R_t} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \dots \frac{V_n}{R_n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Pada persamaan 2.2 dapat diketahui bahwa besar tegangan pada rangkaian paralel akan di bagi oleh setiap hambatan yang berlaku pada setiap tegangan yang akan dijumlahkan.[6] Maka jika hambatan yang pada persamaan 2.2 dianggap sama, akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{V_t}{3R} = \frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R} + \frac{V_3}{R} \dots\dots\dots(2.3)$$

Sehingga tegangan pada rangkaian paralel merupakan tegangan rata-rata dari sumber yang dijumlahkan. Berikut gambar dari baterai yang di rangkai secara paralel.

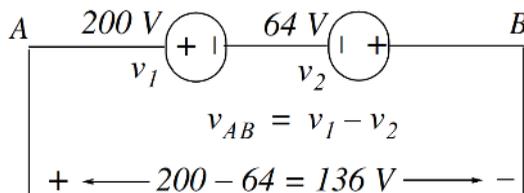


Gambar 2.13 Baterai dengan Rangkaian Paralel

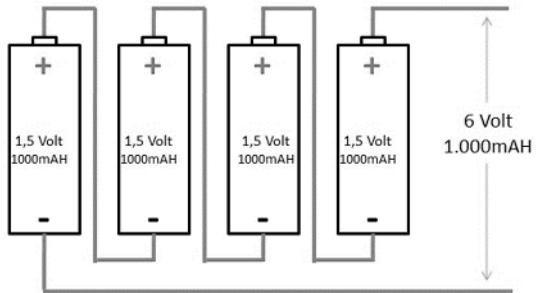
Sedangkan pada rangkaian seri, variabel yang terjumlah adalah tegangan. Sehingga didapat persamaan sebagai berikut:

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots V_n \dots\dots\dots(2.4)$$

Dari persamaan 2.4 maka diketahui bahwa tegangan yang berlaku pada rangkaian seri merupakan jumlah dari setiap sumber tegangan yang berada dalam rangkaian seri tersebut. Perbedaan polaritas dalam pemasangan secara seri juga dapat mempengaruhi dari proses penjumlahan.[6] Berikut contoh penjumlahan dan gambar dari baterai yang di rangkai secara seri:



Gambar 2.14 Penjumlahan 2 Sumber berbeda polaritas dalam rangkaian Seri

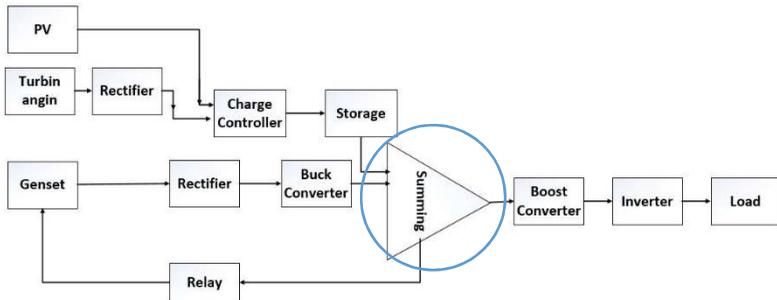


Gambar 2.15 Baterai dengan rangkaian seri

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Flowchart Perancangan Alat

Pada perancangan tugas akhir ini memiliki keterkaitan dengan sistem yang lainnya. Adapun blok diagram sistem keseluruhan alat adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Blok Diagram keseluruhan Sistem

Dari blok diagram keseluruhan alat pada gambar 3.1 terdapat sistem *Summing* sebagai bagian yang akan dibahas, ditandai dengan lingkaran biru dimana bagian tersebut merupakan sistem penjumlahan tegangan baterai dan sumber tegangan DC dari Genset yang telah disearahkan tegangannya bilamana genset dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam *Smart Room*. Adapun diagram alir dari pengerjaan sistem penjumlahan tegangan tersebut adalah sebagai berikut.

Adapun pengerjaan alat pada tugas akhir ini secara singkat dijelaskan dalam diagram alir sesuai pada gambar 3.2. berikut penjelasan dari diagram alir:

A. Studi Literatur

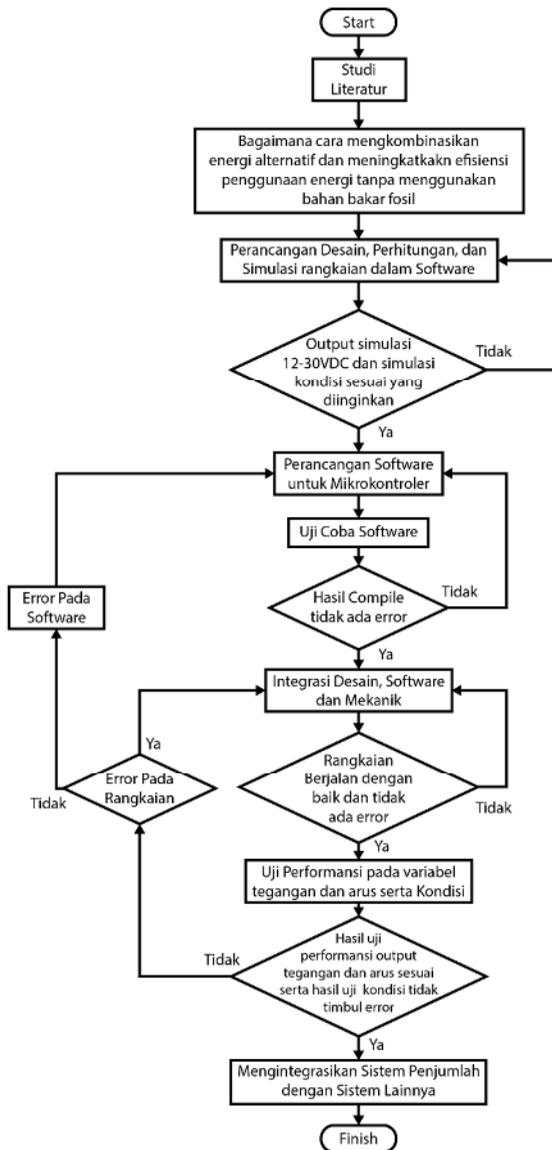
Langkah awal pada tugas akhir ini yaitu pencarian terhadap literatur berupa buku, jurnal, maupun *E-book* dengan topik bahasan seputar metode penjumlahan tegangan.

B. Perancangan Sistem Penjumlahan Tegangan

Tetapan selanjutnya dilakukan perancangan terhadap sistem penjumlahan tegangan dengan menentukan spesifikasi dari

komponen yang akan digunakan sesuai daya yang dibutuhkan sebuah ruangan.

- C. Perancangan Rangkaian pada Aplikasi Simulasi
Kemudian perancangan simulasi rangkaian dilakukan untuk menentukan cara kerja dari sistem penjumlah tegangan.
- D. Perancangan Program pada Mikrokontroler
Perancangan program mikrokontroler dilakukan dengan menyesuaikan simulasi rangkaian yang akan digunakan. Kemudian program tersebut diintegrasikan oleh rangkaian dalam aplikasi simulasi tersebut untuk mengetahui respon dari sistem penjumlah yang telah disimulasikan
- E. Pembuatan rangkaian
Pembuatan rangkaian dilakukan dengan mengintegrasikan rangkaian penjumlah dan mikrokontroler yang telah terprogram.
- F. Pengujian
Langkah pengujian dilakukan saat rangkaian dan mikrokontroler telah berjalan dengan sesuai yang diinginkan dan mendapatkan nilai performansi dari sistem penjumlah tegangan.
- G. Integrasi
Langkah terakhir yaitu Integrasi dilakukan saat nilai pada pengujian sudah sesuai dan tidak ada kesalahan dari sistem penjumlah. Langkah ini dilakukan dengan menggabungkan sistem penjumlah dengan sistem-sistem yang lain.



Gambar 3.2 Diagram Alir pengerjaan Sistem Summing Amplifier

3.2. Gambaran Umum Tugas Akhir

Pada tugas akhir kali ini dilakukan pembuatan sebuah sistem penjumlah tegangan dengan komponen utama berupa *Solid State Relay* yang disusun sedemikian rupa sebagai pengubah kondisi dari 1 sumber tegangan menjadi penjumlahan antar 2 tegangan. Sistem penjumlah ini dirangkai secara seri sebagaimana teorinya untuk menjumlahkan tegangan. Terdapat 2 kondisi dalam sistem penjumlah yaitu, dimana tegangan input yang diterima oleh sistem penjumlah hanya berasal dari tegangan baterai yang diperoleh dari turbin angin dan sel surya. Kondisi kedua merupakan dimana output baterai dari turbin angin dan sel surya tidak memenuhi kebutuhan output yang diinginkan yaitu 12V-30VDC. Sehingga sumber DC akan aktif dan sistem akan menjumlahkan sumber tegangan DC dengan baterai dari turbin angin dan sel surya.

Adapun komponen-komponen penting dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu :

a. *Solid State Relay*

Pada sistem penjumlah yang dirancang akan menggunakan aktuator berupa *Solid State Relay* tipe G3MB-202P yang umum digunakan.

b. Sensor Tegangan

Pada sistem penjumlah tegangan, sensor tegangan digunakan untuk mengetahui nilai input tegangan yang akan memasuki sistem. Sehingga mikrokontroler yang menerima sinyal dari sensor tegangan dapat mengatur kondisi sistem, dalam hal ini *Solid State Relay* berdasarkan tegangan input yang diterima.

c. Mikrokontroler

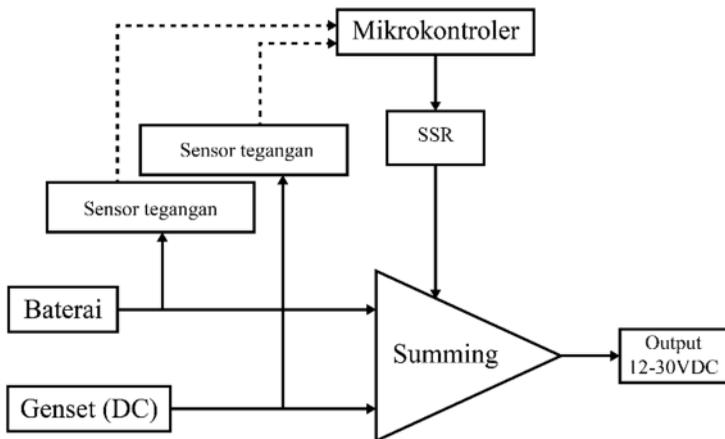
Adanya mikrokontroler ditujukan untuk mengontrol sistem berdasarkan input yang diterima. Semua perhitungan dan aksi pada aktuator dalam hal ini SSR yang diatur oleh mikrokontroler tipe Atmega128.

3.3. Perancangan Alat

Pada perancangan Alat ini dijelaskan dalam poin-poin sebagai berikut.

3.3.1. Perancangan Sistem Penjumlah Tegangan Baterai dan Sumber Tegangan DC

Langkah awal dalam pembuatan Sistem Penjumlah ini adalah adanya sebuah blok diagram untuk mengetahui rencana proses dari sistem tersebut. Adapun blok diagram dari sistem Summing Amplifier adalah sebagai berikut.



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Sistem Penjumlah

Adapun penjelasan untuk blok diagram sistem Penjumlah tegangan diatas adalah sebagai berikut.

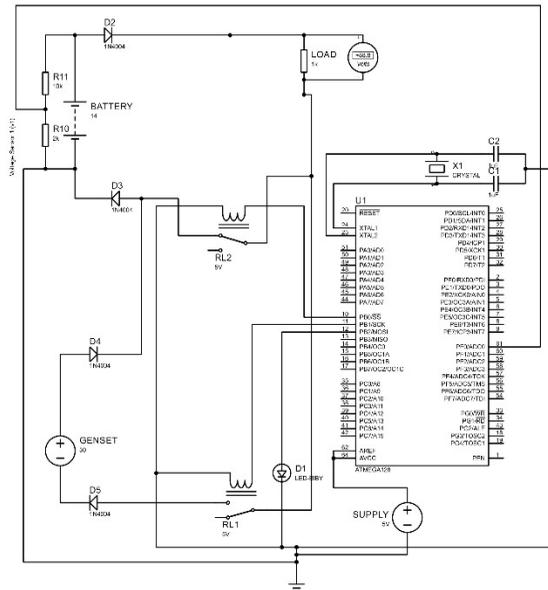
1. Tegangan pada baterai merupakan input utama pada sistem penjumlahan yang akan dideteksi besar tegangan dan arusnya oleh sensor tegangan dengan rentang set poin sebesar 12-30VDC.
2. Apabila tegangan pada baterai di bawah 12VDC maka tegangan yang masuk ke sistem penjumlah akan dijumlahkan dengan tegangan dari sumber tegangan DC dalam hal ini tegangan dari Genset yang telah disearahkan dan diturunkan tegangannya dengan *Buck Converter*.
3. Kondisi tersebut dapat dilakukan karena adanya mikrokontroler yang menerima hasil pembacaan oleh sensor tegangan pada baterai. Sehingga hasil pembacaan dapat dikalkulasi oleh

mikrokontroler untuk mengambil aksi kepada aktuator dalam hal ini SSR.

4. Perubahan kondisi pada sistem dari kondisi dimana suplai menggunakan baterai saja ke penjumlahan antara baterai dan genset dapat dilakukan karena adanya aksi yang dilakukan mikrokontroler berupa sinyal *High* ataupun *Low* pada kepada aktuator.

3.3.2. Perancangan dan Simulasi Rangkaian Sistem Penjumlah

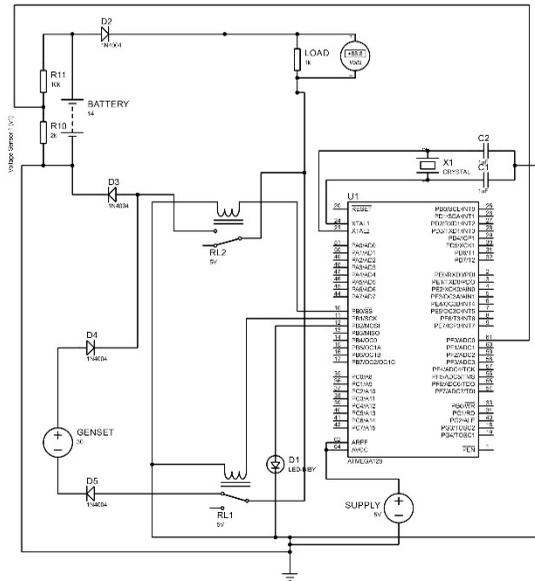
Dalam perancangan sistem penjumlah, dilakukan pemilihan metode penjumlah tegangan yaitu menggunakan metode penjumlahan secara seri dan menggunakan relay sebagai aktuator, dalam hal ini SSR (*Solid State Relay*) untuk mengatur kondisi pada rangkaian terhadap besar kebutuhan dari tegangan yang dibutuhkan. Hal tersebut tidak terlepas dari peran pembaca tegangan dan mikrokontroler sebagai pengolah data dan pengontrol aktuator. Adapun gambar dari simulasi rangkaian dalam software Proteus 8.6 yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.4 dan 3.5



Gambar 3.4 Simulasi rangkaian Sistem Penjumlah tegangan kondisi 1 sumber

Dalam kondisi pertama, rangkaian hanya menggunakan satu sumber dari tegangan yang dihasilkan oleh baterai energi alternatif, dimana setpoint yang diatur pada kondisi ini yaitu saat tegangan baterai dapat memenuhi kebutuhan tegangan keluaran sistem penjumlah yaitu antara 12VDC hingga 30VDC.

Untuk itu diperlukan pengendalian agar tegangan yang keluar pada sistem penjumlah sesuai rentang yang diperlukan, mengingat baterai yang digunakan bersumber dari tenaga alternatif sel surya dan turbin angin yang sumber tenaganya berubah-ubah sesuai kondisi cuaca.



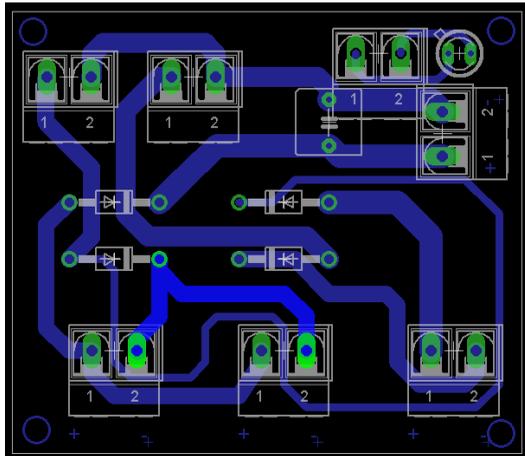
Sehingga, bila V_{baterai} memiliki tegangan sebesar 10VDC dan Sumber DC sebesar 30VDC, maka dapat dihitung output yang akan dikeluarkan dengan menggunakan persamaan 3.1

$$V_t = 10VDC + 30VDC$$

$$V_t = 40VDC$$

Sehingga didapat nilai penjumlahan antara tegangan baterai dan sumber DC sebesar 40VDC.

Adapun desain dari PCB (*Printed Circuit Board*) yang telah di buat dengan menggunakan aplikasi *Eagle 7.20* adalah sebagai berikut.



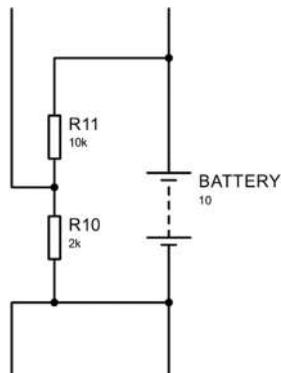
Gambar 3.6 Desain PCB pada aplikasi *Eagle 7.20*

3.3.3. Bagian-bagian Penting Pada Perancangan Sistem Penjumlah Tegangan

Pada sistem penjumlah tegangan yang dirancang, merupakan sebuah sistem yang terdiri dari beberapa rangkaian-rangkaian penting yang disatukan menjadi suatu kesatuan sistem untuk mengendalikan dan menjumlahkan tegangan dari baterai dan genset secara otomatis. Adapun bagian-bagian penting dari sistem penjumlah ini adalah sebagai berikut.

1. Sensor Tegangan.

Pada sistem penjumlah membutuhkan komponen erupa sensor yang bertugas sebagai alat pendeteksi besar tegangan yang diinputkan baterai maupun Sumber DC. Sehingga, proses pengendalian oleh mikrokontroler dapat berlangsung. Sensor tegangan yang digunakan pada sistem penjumlah menggunakan metode rangkaian pembagi tegangan dengan masing-masing resistor sebesar $10k\Omega$ dan $2k\Omega$ untuk dapat melakukan pembacaan dengan rentang 30VDC. Berikut gambar dari sensor tegangan yang digunakan.



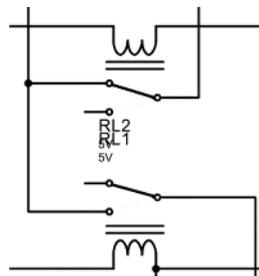
Gambar 3.7 Rangkaian Pembagi Tegangan dalam Software Simulasi Proteus



Gambar 3.8 Rangkaian Pembagi Tegangan

2. Solid State Relay

Proses switching pada sistem penjumlah tegangan menggunakan *Solid State relay* yang berbasis dioda. Sehingga cukup aman bila dibandingkan dengan relay dengan kumparan untuk sistem dimana sistem penjumlah harus memenuhi kebutuhan beban secara konstan. Relay pada rangkaian dalam software simulasi Proteus menggunakan relay kumparan dikarenakan tidak tersedianya komponen Solid State Relay. Berikut gambar simulasi dan wujudnya.



Gambar 3.9 Rangkaian Relay yang digunakan dalam Software Simulasi Proteus

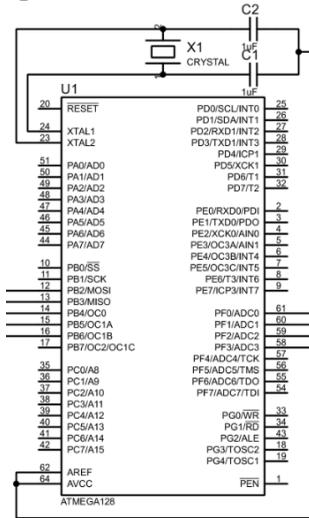


Gambar 3.10 Modul *Solid State Relay*

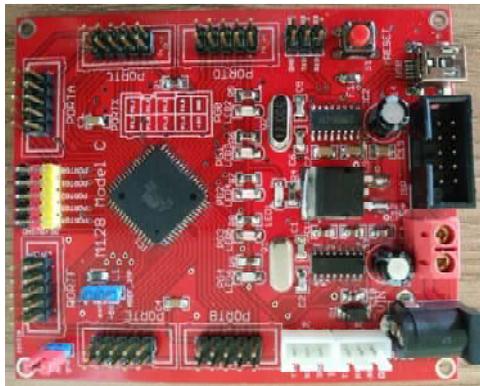
3. Minimum System ATmega128

Minimum System Atmega128 merupakan PCB (Printed Circuit Board) yang didalamnya telah mencakup komponen-komponen yang dibutuhkan untuk menjalankan *chip* mikrokontroler dalam hal ini seperti port pin, port

suplai, *crystal*, dan lain-lain. Berikut gambar minimum sistem dari Atmega128.



Gambar 3.11 Minimum Sistem Atmega128 pada Software Simulasi Proteus



Gambar 3.12 Minimum Sistem Atmega128

3.3.4. Perancangan Program Sistem Penjumlah Tegangan

Proses pengendalian dalam Sistem Penjumlah Tegangan membutuhkan beberapa bagian program diantaranya.

1. Baris kode konversi dari nilai ADC ke variabel yang diinginkan. Nilai yang didapat oleh mikrokontroler dari sensor merupakan konversi dari tegangan 5V ke nilai ADC yaitu 1023. Untuk mengkonversi nilai ADC tersebut dibutuhkan rumus konversi dari nilai ADC ke nilai variabel yang diinginkan. Berikut baris kode yang digunakan untuk rumus konversi dari nilai ADC ke variabel tegangan dan arus :

```
float voltage_conv(unsigned char adc_pin)
{
    float Vout, Voltage, adc_value;
    adc_value=read_adc(adc_pin);
    Vout=adc_value*0.0048828125;
    Voltage=Vout*6;

    return Voltage;
}
```

Gambar 3.13 Baris Kode Rumus Konversi Nilai ADC ke Variabel Tegangan

Baris kode pada gambar 3.18 dimaksudkan untuk merubah nilai ADC yang didapat dari input 5V sensor ke mikrokontroler yaitu dari rentang 0-1023 ke nilai 5V kembali dengan cara mengkalikan nilai ADC dengan 0.0048828125. nilai tersebut merupakan nilai Volt pada setiap 1 bit dari total 1023 nilai ADC

2. Baris Kode utama untuk berjalannya sistem penjumlah tegangan yang mencakup switching relay terhadap Set-Point. Berikut gambar dari baris kode utama:

```

{
// Place your code here
v1=voltage_conv(0); //read and convert ADC in ADC(0) as v1
v2=voltage_conv(1);

if(v1<12)
{
PORTB&=~0b00000001; //setup Port-B0 to low
PORTB|=0b00000010; //setup Port-B1 to high
PORTB|=0b00000100; //setup Port-B2 to high
}
else
{
PORTB|=0b00000001; //setup Port-B0 to high
PORTB&=~0b00000010; //setup Port-B1 to high
PORTB&=~0b00000100; //setup Port-B2 to high
}
}

```

Gambar 3.14 Baris Kode Utama

Pada gambar 3.19 mikrokontroler di program untuk menjalankan aktuasi kepada relay yang bergantung pada pembacaan nilai pada V1 yaitu input yang memberikan tegangan berubah-ubah, dalam hal ini baterai 12VDC dari tenaga alternatif. Sehingga pada saat tegangan pada baterai dibawah 12VDC maka kondisi perubahan relay akan aktif dan dengan diiringi nyalanya lampu indikator menandakan kondisi penjumlah sedang aktif.

Perancangan program sistem penjumlah tegangan ini menggunakan software Code Vision AVR.

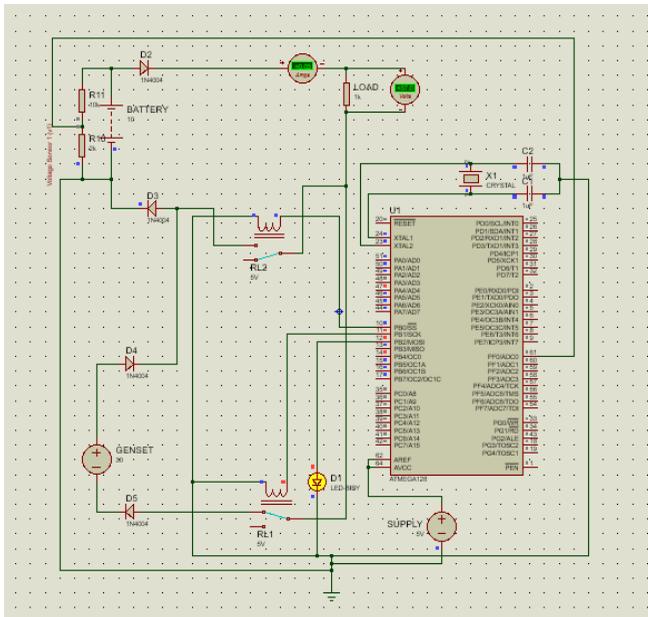
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

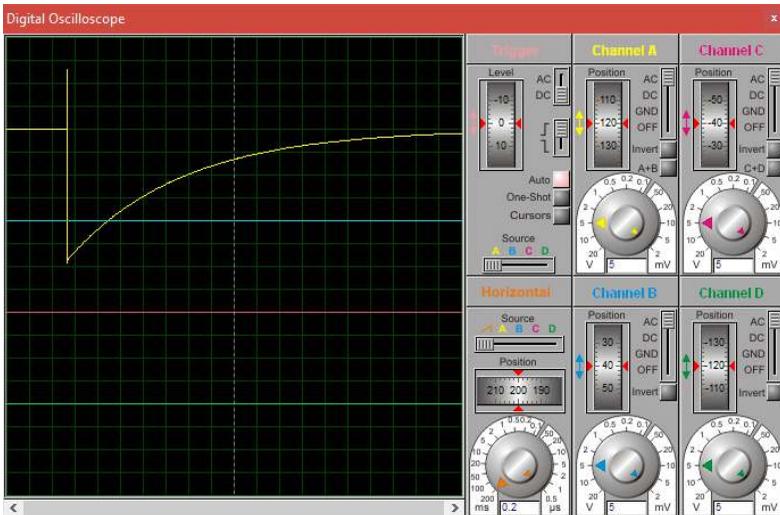
Perancangan dilakukan secara bertahap dengan melakukan beberapa simulasi dan pengujian. Berikut adalah beberapa proses dari tahapan perancangan Sistem Penjumlah:

4.1.1 Simulasi Pemodelan

Simulasi pemodelan Sistem Penjumlah Tegangan dilakukan dengan menggunakan aplikasi Proteus 8.6 untuk merencanakan dan mensimulasikan sistem tanpa perlu membuat rangkaian sebenarnya, sehingga dapat mengurangi resiko dalam pembuatan sistem penjumlah tegangan. Dalam simulasi pemodelan sistem penjumlah tegangan terdapat beberapa variabel ukur diantaranya yaitu tegangan, arus, dan daya. Berikut simulasi dari sistem penjumlah tegangan:



Gambar 4.1 Simulasi Sistem Penjumlah Tegangan



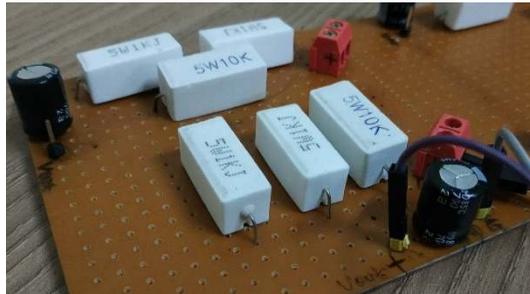
Gambar 4.2 Respon Sistem Penjumlah Tegangan saat perubahan kondisi

Pada aplikasi simulasi Proteus, Nilai tegangan maksimum baterai yang ditentukan sebesar 30VDC. Ada kondisi tegangan baterai 30VDC output yang dikeluarkan oleh sistem penjumlah tegangan sebesar 28.5VDC dan arus sebesar 0.02A.

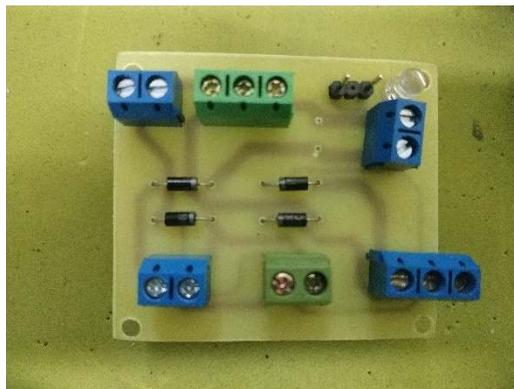
Kondisi pada sistem penjumlah berubah pada saat output berada pada tegangan 10.7VDC kemudian mulai menjumlahkan dengan Sumber DC dengan Tegangan 30VDC dan menghasilkan output sebesar 33.3VDC dan arus sebesar 0.03A. dan mulai kembali ke kondisi 1 sumber saat output berada pada tegangan 38.8VDC

4.1.2 Pengujian Hardware

Setelah simulasi dilakukan dan telah memenuhi sistem yang diutuhkan, pembuatan hardware dilakukan dan kemudian dilakukan pengujian output dari hardware tersebut. Berikut gambar hardware dan proses pengujian serta pengolahan data.

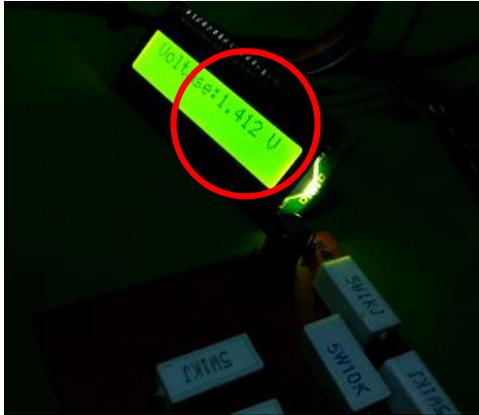


Gambar 4.3 Sensor Tegangan



Gambar 4.4 Rangkaian Penjumlahan Tegangan

Adapun langkah awal pengujian dilakukan dengan pengujian dan kalibrasi terhadap ketelitian pembacaan sensor tegangan dengan metode pembagi tegangan yang telah dibuat. Berikut gambar pengujian yang dilakukan:



Gambar 4.5 Pembacaan Sensor Tegangan

Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor di LCD, sesuai pada tanda lingkaran di gambar 4.5 dengan pembacaan multimeter. Pembacaan dilakukan lima kali dalam setiap pembacaan nilai ukur oleh pembanding standar Multimeter agar didapat nilai-nilai ketidak pastiannya. Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui respon dan tingkat ketelitian dalam pembacaan sensor tegangan yang telah dibuat.

Kemudian dilakukan pengujian terhadap rangkaian penjumlah tegangan untuk mengetahui respon alat terhadap variasi tegangan input yang diterima dan kondisi yang telah terprogram dalam mikrokontroler dengan melakukan pengukuran pada tegangan keluaran yang dihasilkan dari variasi tegangan pada salah satu tegangan masukan.

4.1.3 Analisis Data

Dari kegiatan kalibrasi sensor tegangan tersebut dengan pembanding alat standar berupa *Multimeter*, didapat data-data pembacaan naik dan data-data pembacaan turun dari setiap sensor tegangan yang telah dibuat. Berikut beberapa tabel data kalibrasi:

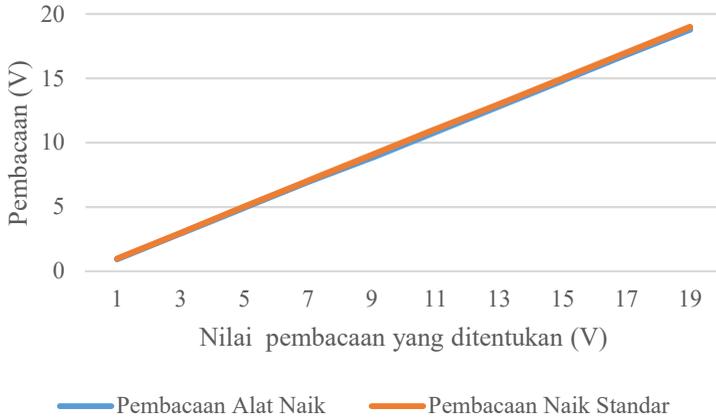
Tabel 4.1 Rata-rata pembacaan Naik dan Turun Sensor 1

Tegangan (v)	Rata-Rata Naik		Rata-Rata Turun	
	Alat (v)	Standar (v)	Alat (v)	Standar (v)
1	0.941	1.0002	0.941	1.006
3	2.941	3.0042	2.941	3.0054
5	4.941	5.06	4.824	5
7	6.941	7.058	6.824	7.02
9	8.824	9.06	8.824	9.016
11	10.824	11.042	10.824	11
13	12.824	13.004	12.824	13.012
15	14.824	15	14.824	15
17	16.824	17	16.824	17.018
19	18.786	18.992	18.786	18.992

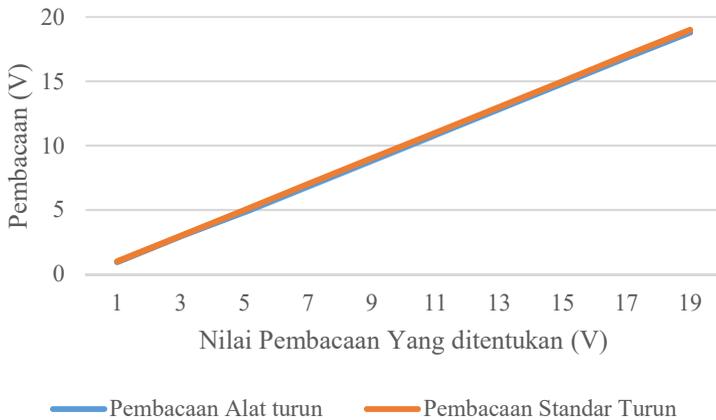
Tabel 4.2 Rata-rata Pembacaan Alat dan Standar serta Nilai Koreksi oleh Sensor 1

Tegangan (v)	Rata2 pembacaan alat		Koreksi
	Alat (v)	Standar (v)	
1	0.941	1.0031	0.0621
3	2.941	3.0048	0.0638
5	4.8825	5.03	0.1475
7	6.8825	7.039	0.1565
9	8.824	9.038	0.214
11	10.824	11.021	0.197
13	12.824	13.008	0.184
15	14.824	15	0.176
17	16.824	17.009	0.185
19	18.786	18.992	0.206

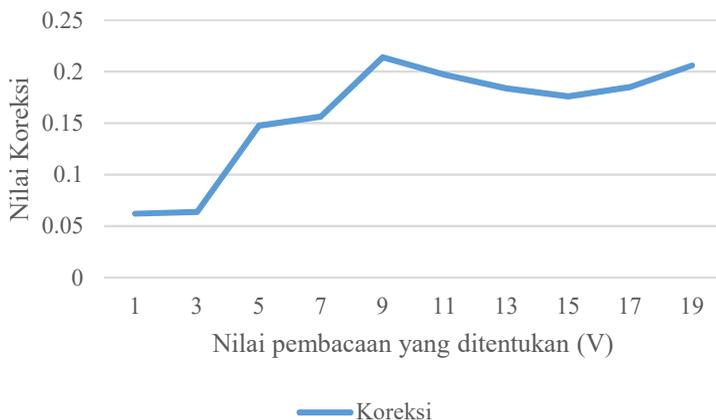
Dari tabel 4.1 dan 4.2 diperoleh grafik perbandingan antara pembacaan standar dan alat serta besar koreksi yang didapat. Berikut gambar dari grafik perbandingan pembacaan alat dan pembacaan standar untuk Sensor Tegangan 1 :



Gambar 4.6 Grafik perbandingan Pembacaan Naik antara Sensor tegangan 1 dan standar



Gambar 4.7 Grafik perbandingan Pembacaan turun antara Sensor tegangan 1 dan standar



Gambar 4.8 Grafik Nilai Koreksi Sensor tegangan 1

Berikut tabel data perbandingan pembacaan antara sensor 2 dengan pembacaan standar:

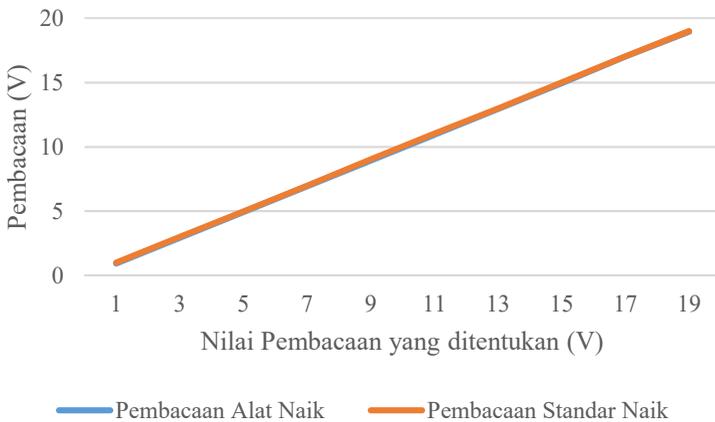
Tabel 4.3 Rata-rata pembacaan Naik dan Turun Sensor 2

Tegangan (v)	Rata-Rata Naik		Rata-Rata Turun	
	Alat (v)	Standar (v)	Alat (v)	Standar (v)
1	0.941	1.0058	0.941	1.0028
3	2.941	3.0004	2.941	3.002
5	4.941	4.994	4.941	5.008
7	6.941	6.996	6.941	7.044
9	8.941	9.034	8.941	9.02
11	10.941	11.034	10.941	11.006
13	12.941	13	12.941	13.008
15	14.941	15.02	14.941	15.01
17	17.0118	17.036	16.941	17
19	18.941	19	18.941	18.99

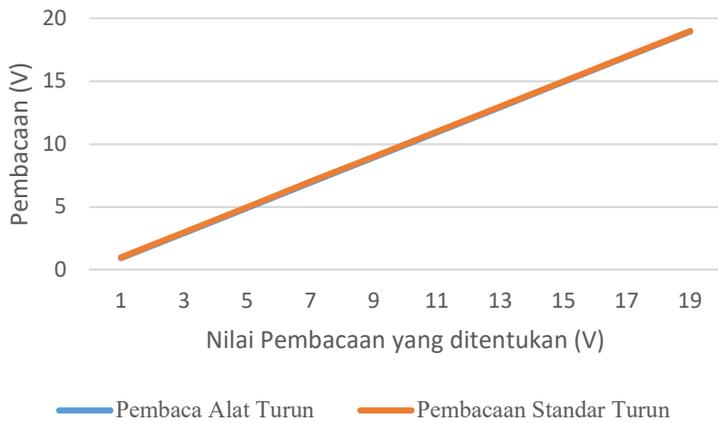
Tabel 4.4 Rata-rata Pembacaan Alat dan Standar serta Nilai Koreksi oleh Sensor 2

Tegangan (v)	Rata2 pembacaan alat		Koreksi
	Alat (v)	Standar (v)	
1	0.941	1.0043	0.0633
3	2.941	3.0012	0.0602
5	4.941	5.001	0.06
7	6.941	7.02	0.079
9	8.941	9.027	0.086
11	10.941	11.02	0.079
13	12.941	13.004	0.063
15	14.941	15.015	0.074
17	16.9764	17.018	0.0416
19	18.941	18.995	0.054

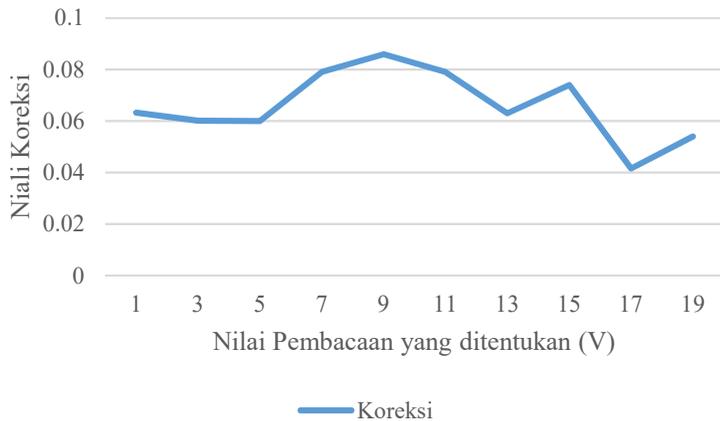
Dari tabel 4.3 dan 4.4 untuk perbandingan pembacaan antara sensor tegangan 2 dan alat didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.9 Grafik perbandingan Pembacaan Naik antara Sensor tegangan 2 dan standar



Gambar 4.10 Grafik perbandingan Pembacaan Turun antara Sensor tegangan 2 dan standar



Gambar 4.11 Grafik Nilai Koreksi Sensor tegangan 2

Dari data-data diatas didapat nilai-nilai ketidak pastian yang didapat dari perhitungan ketidak pastian. berikut tabel data nilai ketidak pastian yang didapat:

Tabel 4.5 Nilai Ketidak Pastian Sensor 1

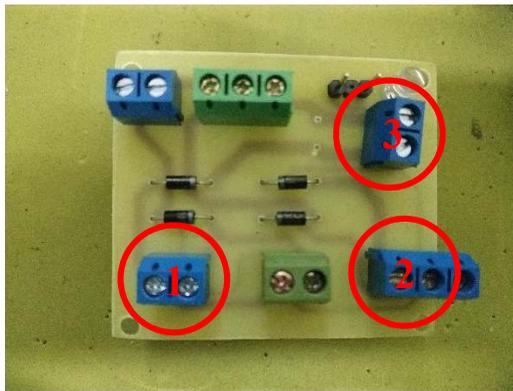
Standar Deviasi	0.05462884
Ua1	0.01727516
b	0.02562685
a	-0.0974499
SSR	0.12253788
Ua2	0.12376282
Ub1	0.00288675
Ub2	0
Uc	0.124996
Veff	9.36054695

Tabel 4.6 Nilai Ketidak Pastian Sensor 2

Standar Deviasi	0.01344656
Ua1	0.00425217
b	-0.010708
a	0.17320341
SSR	0.03523383
Ua2	0.06636437
Ub1	0.00288675
Ub2	0
Uc	0.06656308
Veff	9.10809244

Berikutnya yaitu pengujian pada rangkain penjumlah dengan menggunakan variasi tegangan pada salah satu inputnya. Dalam proses pengujian variasi tegangan dilakukan pada input 2 dengan menggunakan tegangan power supply 24VDC yang diatur tegangannya menggunakan variabel resistor, sehingga variasi tegangan dapat dilakukan. Nilai tegangan yang ditentukan pada

input 2 yaitu kenaikan tegangan dengan kelipatan 2VDC. sedangkan untuk input 1 nilainya tetap dengan menggunakan baterai 9V. pengujian pada rangkaian penjumlah sendiri dimaksudkan untuk mengetahui respon output serta kondisi terhadap perubahan variasi tegangan input yang diterima oleh alat. Berikut gambar dari proses pengujian dan data yang telah didapat dari pengujian rangkaian penjumlah:



Gambar 4.12 Titik Pengujian Rangkaian Penjumlah



Gambar 4.13 Pengujian Pada Rangkaian Penjumlah

Proses pengujian dilakukan sebanyak 12 kali pengukuran pada titik ukur yang ditandai dengan lingkaran merah pada gambar 4.12.

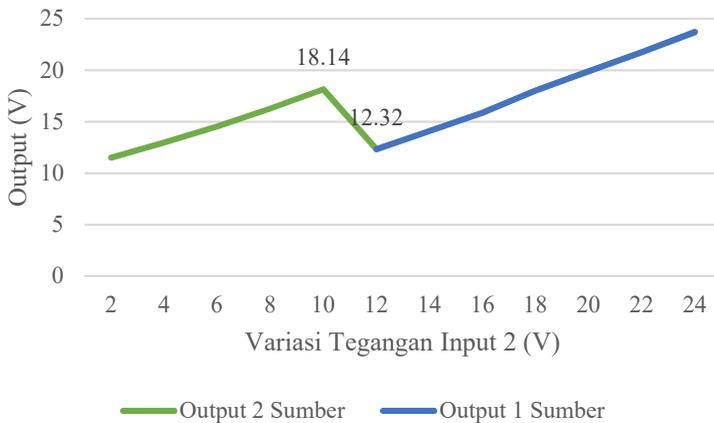
titik pengukuran 1 merupakan Input 1, titik pengukuran 2 merupakan Input 2 dan titik pengukuran 3 merupakan output. Sesuai dengan kenaikan setiap 2VDC terhadap power supply 24VDC. Proses tersebut menghasilkan keluaran berupa tegangan keluaran serta arus yang dihasilkan dari tegangan keluaran. Pembacaan arus pada masukan juga dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara arus masukan dan arus pada keluaran rangkaian penjumlahan tegangan. Berikut tabel data yang didapat dari pengukuran tegangan keluaran dan arus keluaran terhadap variasi tegangan input yang telah dilakukan:

Tabel 4.7 Data Hasil Uji Rangkaian Penjumlahan Tegangan.

No.	Input				Output	
	Input 1 (Baterai)		Input 2 (power supply)			
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	9	0.1	2	0.19	11.5	0.96
2	9	0.1	4	0.38	12.96	1.1
3	9	0.1	6	0.58	14.53	1.22
4	9	0.1	8	0.74	16.28	1.36
5	9	0.2	10	0.9	18.14	1.51
6	9	0.2	12	1.06	12.32	1.03
7	9	0.2	14	1.25	14.07	1.15
8	9	0.2	16	1.45	15.86	1.32
9	9	0.1	18	1.64	18.01	1.49
10	9	0.1	20	1.82	19.89	1.66
11	9	0.23	22	1.99	21.75	1.84
12	9	0.24	24	2.19	23.7	2.03

Dalam data tabel 4.7 terbagi menjadi 2 warna yaitu kolom berwarna hijau dan kolom berwarna biru. Pada kolom berwarna hijau merupakan data yang didapat saat kondisi penjumlahan

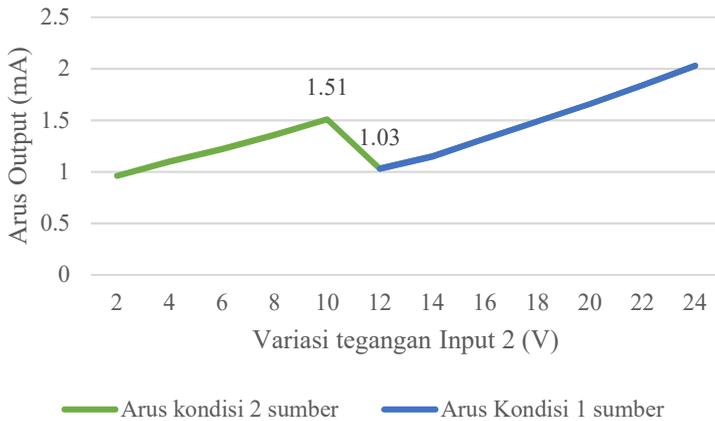
tegangan aktif, yaitu saat input 2 berada dibawah set point 12VDC dan mikro kontroler melakukan aktuasi pada SSR sehingga tegangan terjumlah. Sedangkan pada kolom berwarna biru merupakan data yang didapat saat input mencapai ataupun melebihi set point yaitu 12VDC. Dalam hal ini proses penjumlahan tidak dilakukan karena mikrokontroler mengaktuasikan aktuator untuk tidak menjumlah tegangan dari kedua input. Dari tabel 4.7 didapat grafik sebagai berikut.



Gambar 4.14 Grafik Nilai Output Tegangan Terhadap Input 9V dan Variasi tegangan 2VDC hingga 24VDC

Dari grafik dalam gambar 4.5 terlihat bahwa output turun saat nilai tegangan pada input 2 bernilai 12VDC, dikarenakan kondisi set point pada input 2 telah tercapai, sehingga mikrokontroler mengaktusi untuk memutus kondisi penjumlah. Kondisi tegangan saat kondisi penjumlahan dapat dikatakan cukup sesuai dan program untuk pengaturan kondisi juga sesuai.

Kemudian adapun variabel yang terukur lainnya yaitu arus pada tegangan output yang dihasilkan, pembacaan arus dilakukan dengan menggunakan multimeter yang disusun secara seri terhadap output dan beban berupa lampu LED 3V. Dapat dilihat pada kolom terakhir pada tabel 4.7. berikut grafik yang dihasilkan untuk nilai arus dari output yang dihasilkan:



Gambar 4.15 Grafik Nilai Output Arus Terhadap Input 9V dan Variasi tegangan 2VDC hingga 24VDC

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bentuk grafik pada kenaikan dan penurunan pada variabel tegangan dan arus berbentuk sama serta sesuai pada kondisi dimana saat keadaan mikrokontroler mengaktuasi untuk kondisi 2 sumber dan saat kondisi 1 sumber.

Setelah dilakukan pendataan uji tegangan dan arus keluaran, dilakukan perhitungan untuk melihat pengaruh variasi tegangan terhadap daya yang dihasilkan dari tegangan keluaran dari rangkaian penjumlah. Sama halnya dengan tabel 4.7, tabel 4.8 juga dibagi menjadi 2 bagian yaitu kolom kondisi 2 sumber ditandai dengan warna hijau sedangkan kolom kondisi 1 sumber ditandai dengan warna biru. Dari tabel 4.7 dan perhitungan daya didapat tabel data daya untuk setiap pengukuran yang dilakukan. Berikut tabel dari data daya yang dihasilkan:

Tabel 4.8 Tabel Daya

Variasi Tegangan pada Input 2 (V)	Input (Watt)		Output (Watt)
	Input 1 (baterai)	Input 2 (power supply)	
2	0.0009	0.00038	0.01104
4	0.0009	0.00152	0.014256
6	0.0009	0.00348	0.0177266
8	0.0009	0.00592	0.0221408
10	0.0018	0.009	0.0273914
12	0.0018	0.01272	0.0126896
14	0.0018	0.0175	0.0161805
16	0.0018	0.0232	0.0209352
18	0.0009	0.02952	0.0268349
20	0.0009	0.0364	0.0330174
22	0.00207	0.04378	0.04002
24	0.00216	0.05256	0.048111

Dari data pada tabel 4.8 dapat diolah menjadi grafik untuk menunjukkan respon daya pada keluaran rangkaian penjumlah. Adapun grafik dari data daya pada rangkaian penjumlah adalah sebagai berikut :

**Gambar 4.16** Grafik Keluaran Daya yang dihasilkan

4.2 Pembahasan

Fokus dari tugas akhir ini adalah, bagaimana sistem dapat menjumlahkan 2 tegangan yang berbeda dari baterai dan sumber DC untuk memenuhi tegangan yang akan diteruskan kepada sistem Boost Converter. Secara umum rangkaian sistem penjumlah tegangan ini menggunakan metode rangkaian seri untuk menjumlahkan dua tegangan. Dengan metode tersebut telah dilakukan simulasi dengan aplikasi Proteus 8.6 dan didapat sample data dengan Input 1 sebesar 9VDC, Input 2 sebesar 2VDC; Input 1 sebesar 9VDC, Input2 sebesar 10VDC; dan Input 1 sebesar 9VDC, Input 2 sebesar 24VDC didapat hasil keluaran masing-masing sebesar 8.28VDC; 16.2VDC; dan 22.5VDC. selanjutnya dilakukan pengujian pada hardware yang menghasilkan data sebagaimana pada tabel 4.7 dengan 3 sampel data yaitu dengan Input 1 sebesar 9VDC. Input 2 sebesar 2VDC; Input 1 sebesar 9VDC, Input 2 sebesar 10VDC; dan Input 1 sebesar 9 VDC, Input 2 sebesar 24 VDC didapat hasil keluaran sebesar masing-masing 11.5VDC, 18.14VDC, dan 23.7VDC. Berdasarkan data yang didapat dari rangkaian dalam aplikasi simulasi dan hardware dapat menjumlahkan tegangan sesuai dengan yang diinginkan, namun terdapat perbedaan nilai keluaran, dimana output tegangan pada simulasi terdapat loss tegangan sebesar 2 VDC sedangkan pada bentuk hardware tidak terlihat ada loss yang cukup besar. Pada data yang telah didapat. Perubahan kondisi pada simulasi perlu ditambahkan komponen sebuah kapasitor yang diletakkan sebelum beban untuk meredam perubahan tegangan yang terjadi pada rangkaian sehingga, rangkaian lebih aman.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Bersasarkan hasil dari perancangan dan pengujian terhadap Sistem Penjumlah Tegangan Baterai bertenaga Akternatif dan Sumber DC didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada tugas akhir ini telah dirancang sstem penjumlah tegangan menggunakan dengan metode rangkaian seri dengan sistem kontrol menggunakan mikrokontroler dan aktuator berupa SSR. Berikut 3 sampel data uji dengan Input 1 sebesar 9VDC, Input 2 sebesar 2VDC; Input 1 sebesar 9VDC, Input 2 sebesar 10VDC; dan Input 1 sebesar 9 VDC, Input 2 sebesar 24 VDC didapat hasil keluaran sebesar masing-masing 11.5VDC, 18.14VDC, dan 23.7VDC
2. Dari pengujian yang dilakukan sistem penjumlah dapat menjumlahkan tagangan dan berubah kondisi sesuai set point yang diinginkan yaitu saat tegangan pada Input 2 dibawah 12VDC, serta maksimal penjumlahan yang dapat dilakukan yaitu hingga sebesar 30VDC sesuai pembacaan sensor tegangan menggunakan metode pembagi tegangan dengan R1 dan R2 masing-masing 10k Ω dan 2k Ω .

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapat saran diantaranya sebagai berikut:

1. Perlunya pengembangan pada sistem agar dapat menyesuaikan besar tegangan yang masuk pada sistem sehingga dapat memenuhi kebutuhan daya yang diperlukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Arota, H. S. Kolibu, and B. M. Lumi, “Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (Energi Angin Dan Matahari) Menggunakan Hybrid Optimization Model For Electric Renewables (HOMER),” vol. 2, no. 2, pp. 145–150, 2013.
- [2] omega com, “Solid State Relays SSR,” pp. 1–5, 1999.
- [3] T. Kuphaldt, *Lessons in Electric Circuits: Volume III-Semiconductors*, vol. 3. 2009.
- [4] D. Zier, T. Johnson, M. Sinky, and A. Dhamodaran, “Atmel Studio and ATmega128 A Beginner ’ s Guide,” 2014.
- [5] M. W. Literature, “User Manual,” 2016.
- [6] S. T. Karris, *Circuit Analysis I with MATLAB Applications*, no. Ix. 2009.

A2. Data Sheet ATmega128

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 133 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers + Peripheral Control Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 128K Bytes of In-System Reprogrammable Flash
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 4K Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 4K Bytes Internal SRAM
 - Up to 64K Bytes Optional External Memory Space
 - Programming Lock for Software Security
 - SPI Interface for In-System Programming
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - Two Expanded 16-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Two 8-bit PWM Channels
 - 6 PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits
 - Output Compare Modulator
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Dual Programmable Serial USARTs
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
 - Software Selectable Clock Frequency
 - ATmega103 Compatibility Mode Selected by a Fuse
 - Global Pull-up Disable
- I/O and Packages
 - 33 Programmable I/O Lines
 - 64-lead TQFP
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATmega128L
 - 4.5 - 5.5V for ATmega128
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega128L
 - 0 - 16 MHz for ATmega128



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 128K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega128
ATmega128L

Preliminary

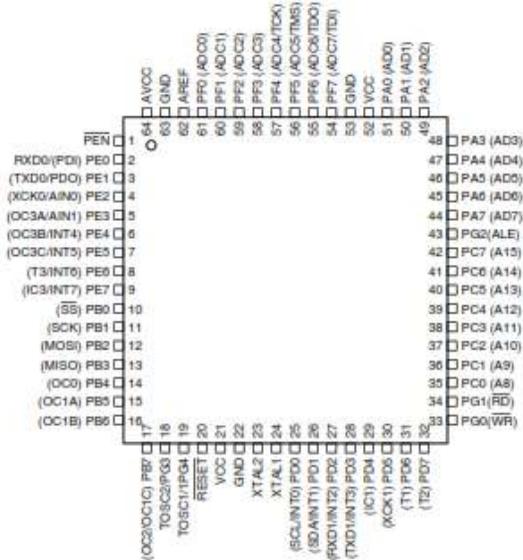
Rev. 2467D-AVS-03/02





Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega128

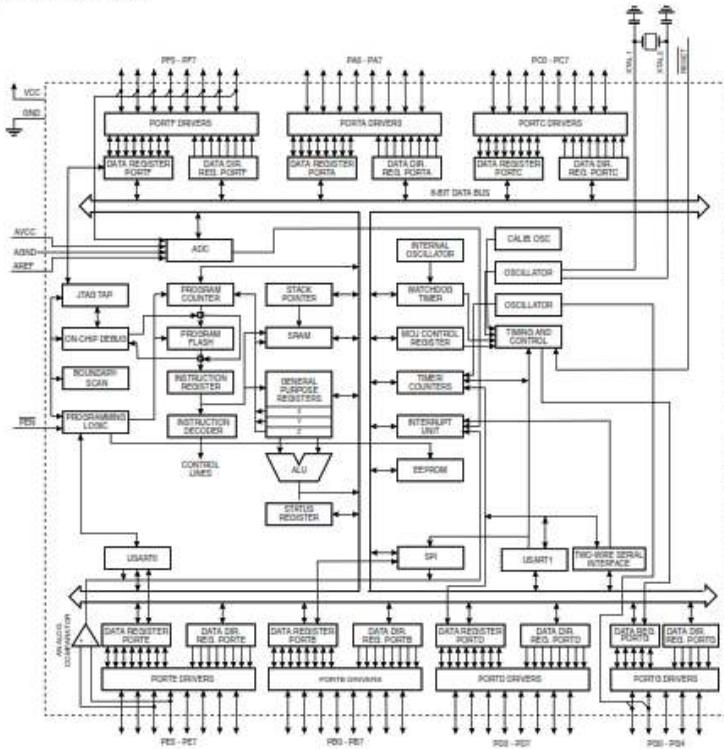


Overview

The ATmega128 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega128 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



LAMPIRAN B

B1. Program Sistem Penjumlah Tegangan

```
#include <mega128.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

// Declare your global variables here
float v1, v2;
int r, c;
unsigned char string[16];
// Voltage Reference: AREF pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (0<<REFS0) |
(0<<ADLAR))

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=(1<<ADSC);
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);
    ADCSRA|=(1<<ADIF);
    return ADCW;
}
```

```

//main function
unsigned int pwm(unsigned int duty_cycle)
{
    float scaling;
    scaling=duty_cycle*255/100;
    return scaling;
}

float voltage_conv(unsigned char adc_pin)
{
    float Vout, Voltage, adc_value;
    adc_value=read_adc(adc_pin);
    Vout=adc_value*0.0048828125;
    Voltage=Vout*6;

    return Voltage;
}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In
    Bit1=In Bit0=In
    DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) |
    (0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1) | (0<<DDA0);
    // State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T
    Bit0=T

```

```
PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) |  
(0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) | (0<<PORTA2) | (0<<PORTA1)  
| (0<<PORTA0);
```

```
// Port B initialization
```

```
// Function: Bit7=Out Bit6=Out Bit5=Out Bit4=Out Bit3=Out  
Bit2=Out Bit1=Out Bit0=Out
```

```
DDRB=(1<<DDB7) | (1<<DDB6) | (1<<DDB5) | (1<<DDB4) |  
(1<<DDB3) | (1<<DDB2) | (1<<DDB1) | (1<<DDB0);
```

```
// State: Bit7=0 Bit6=0 Bit5=0 Bit4=0 Bit3=0 Bit2=0 Bit1=0  
Bit0=0
```

```
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) |  
(0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) | (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1) |  
(0<<PORTB0);
```

```
// Port C initialization
```

```
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In  
Bit1=In Bit0=In
```

```
DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) |  
(0<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) | (0<<DDC0);
```

```
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T  
Bit0=T
```

```
PORTC=(0<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) |  
(0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (0<<PORTC2) | (0<<PORTC1) |  
(0<<PORTC0);
```

```
// Port D initialization
```

```
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In  
Bit1=In Bit0=In
```

```
DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) |  
(0<<DDD3) | (0<<DDD2) | (0<<DDD1) | (0<<DDD0);
```

```
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T  
Bit0=T  
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) |  
(0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) | (0<<PORTD1)  
| (0<<PORTD0);
```

```
// Port E initialization
```

```
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In  
Bit1=In Bit0=In  
DDRE=(0<<DDE7) | (0<<DDE6) | (0<<DDE5) | (0<<DDE4) |  
(0<<DDE3) | (0<<DDE2) | (0<<DDE1) | (0<<DDE0);  
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T  
Bit0=T  
PORTE=(0<<PORTE7) | (0<<PORTE6) | (0<<PORTE5) |  
(0<<PORTE4) | (0<<PORTE3) | (0<<PORTE2) | (0<<PORTE1) |  
(0<<PORTE0);
```

```
// Port F initialization
```

```
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In  
Bit1=In Bit0=In  
DDRF=(0<<DDF7) | (0<<DDF6) | (0<<DDF5) | (0<<DDF4) |  
(0<<DDF3) | (0<<DDF2) | (0<<DDF1) | (0<<DDF0);  
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T  
Bit0=T  
PORTF=(0<<PORTF7) | (0<<PORTF6) | (0<<PORTF5) |  
(0<<PORTF4) | (0<<PORTF3) | (0<<PORTF2) | (0<<PORTF1) |  
(0<<PORTF0);
```

```
// Port G initialization
```

```
// Function: Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In  
DDRG=(0<<DDG4) | (0<<DDG3) | (0<<DDG2) | (0<<DDG1) |  
(0<<DDG0);
```

```
// State: Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
PORTG=(0<<PORTG4) | (0<<PORTG3) | (0<<PORTG2) |
(0<<PORTG1) | (0<<PORTG0);
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 11.719 kHz
// Mode: Fast PWM top=0xFF
// OC0 output: Inverted PWM
// Timer Period: 21.845 ms
// Output Pulse(s):
// OC0 Period: 21.845 ms Width: 21.845 ms
ASSR=0<<AS0;
TCCR0=(1<<WGM00) | (1<<COM01) | (1<<COM00) |
(1<<WGM01) | (1<<CS02) | (1<<CS01) | (1<<CS00);
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 11.719 kHz
// Mode: Fast PWM top=0x00FF
// OC1A output: Non-Inverted PWM
// OC1B output: Non-Inverted PWM
// OC1C output: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer Period: 21.845 ms
// Output Pulse(s):
// OC1A Period: 21.845 ms Width: 0 us
// OC1B Period: 21.845 ms Width: 0 us
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
```

```
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
// Compare C Match Interrupt: Off
TCCR1A=(1<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (1<<COM1B1) |
(0<<COM1B0) | (0<<COM1C1) | (0<<COM1C0) | (0<<WGM11)
| (1<<WGM10);
TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) |
(1<<WGM12) | (1<<CS12) | (0<<CS11) | (1<<CS10);
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
OCR1CH=0x00;
OCR1CL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
TCCR2=(0<<WGM20) | (0<<COM21) | (0<<COM20) |
(0<<WGM21) | (0<<CS22) | (0<<CS21) | (0<<CS20);
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
```

```
// Timer/Counter 3 initialization
// Clock source: System Clock
```

```

// Clock value: Timer3 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC3A output: Disconnected
// OC3B output: Disconnected
// OC3C output: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer3 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
// Compare C Match Interrupt: Off
TCCR3A=(0<<COM3A1) | (0<<COM3A0) | (0<<COM3B1) |
(0<<COM3B0) | (0<<COM3C1) | (0<<COM3C0) | (0<<WGM31)
| (0<<WGM30);
TCCR3B=(0<<ICNC3) | (0<<ICES3) | (0<<WGM33) |
(0<<WGM32) | (0<<CS32) | (0<<CS31) | (0<<CS30);
TCNT3H=0x00;
TCNT3L=0x00;
ICR3H=0x00;
ICR3L=0x00;
OCR3AH=0x00;
OCR3AL=0x00;
OCR3BH=0x00;
OCR3BL=0x00;
OCR3CH=0x00;
OCR3CL=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) |
(0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) | (0<<OCIE0) |
(0<<TOIE0);

```

```
ETIMSK=(0<<TICIE3) | (0<<OCIE3A) | (0<<OCIE3B) |  
(0<<TOIE3) | (0<<OCIE3C) | (0<<OCIE1C);
```

```
// External Interrupt(s) initialization
```

```
// INT0: Off
```

```
// INT1: Off
```

```
// INT2: Off
```

```
// INT3: Off
```

```
// INT4: Off
```

```
// INT5: Off
```

```
// INT6: Off
```

```
// INT7: Off
```

```
EICRA=(0<<ISC31) | (0<<ISC30) | (0<<ISC21) | (0<<ISC20) |  
(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);
```

```
EICRB=(0<<ISC71) | (0<<ISC70) | (0<<ISC61) | (0<<ISC60) |  
(0<<ISC51) | (0<<ISC50) | (0<<ISC41) | (0<<ISC40);
```

```
EIMSK=(0<<INT7) | (0<<INT6) | (0<<INT5) | (0<<INT4) |  
(0<<INT3) | (0<<INT2) | (0<<INT1) | (0<<INT0);
```

```
// USART0 initialization
```

```
// USART0 disabled
```

```
UCSR0B=(0<<RXCIE0) | (0<<TXCIE0) | (0<<UDRIE0) |  
(0<<RXEN0) | (0<<TXEN0) | (0<<UCSZ02) | (0<<RXB80) |  
(0<<TXB80);
```

```
// USART1 initialization
```

```
// USART1 disabled
```

```
UCSR1B=(0<<RXCIE1) | (0<<TXCIE1) | (0<<UDRIE1) |  
(0<<RXEN1) | (0<<TXEN1) | (0<<UCSZ12) | (0<<RXB81) |  
(0<<TXB81);
```

```
// Analog Comparator initialization
```

```

// Analog Comparator: Off
// The Analog Comparator's positive input is
// connected to the AIN0 pin
// The Analog Comparator's negative input is
// connected to the AIN1 pin
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) |
(0<<ACIE) | (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADFR) | (0<<ADIF)
| (0<<ADIE) | (1<<ADPS2) | (0<<ADPS1) | (0<<ADPS0);
SFIOR=(0<<ACME);

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) |
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) |
(0<<TWEN) | (0<<TWIE);

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTA Bit 0
// RD - PORTA Bit 1

```

```

// EN - PORTA Bit 2
// D4 - PORTA Bit 4
// D5 - PORTA Bit 5
// D6 - PORTA Bit 6
// D7 - PORTA Bit 7
// Characters/line: 8
lcd_init(8);
DDRB=0xff;
PORTB|=0b00000001;
while (1)
{
// Place your code here
v1=voltage_conv(0); //read and convert ADC in ADC(0) as v1
v2=voltage_conv(1);

if(v1<12)
{
PORTB&=~0b00000001; //setup Port-B0 to low
PORTB|=0b00000010; //setup Port-B1 to high
PORTB|=0b00000100; //setup Port-B2 to high
}
else
{
PORTB|=0b00000001; //setup Port-B0 to high
PORTB&=~0b00000010; //setup Port-B1 to high
PORTB&=~0b00000100; //setup Port-B2 to high
}

}
}

```

B2. Data Simulasi Sistem Penjumlahan Tegangan

No.	Input				Output	
	Input 1 (Baterai)		Input 2 (power supply)			
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	9	1650	2	0.03	8.28	8.28
2	9	1650	4	353	10.2	10.2
3	9	1650	6	804	12.2	12.2
4	9	1650	8	1370	14.2	14.2
5	9	1650	10	1940	16.2	16.2
6	9	1650	12	2510	10.6	10.6
7	9	1650	14	3.08	12.6	12.6
8	9	1650	16	3650	14.6	14.6
9	9	1650	18	4220	16.6	16.6
10	9	1650	20	4.79	18.6	18.6
11	9	1650	22	5360	20.6	20.6
12	9	1650	24	5930	22.5	22.5

No.	Input				Output	
	Input 1 (Baterai)		Input 2 (power supply)			
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	18	4220	2	0.03	17.1	17.1
2	18	4220	4	353	19.1	19.1
3	18	4220	6	804	21.1	21.1
4	18	4220	8	1370	23.1	23.1
5	18	4220	10	1940	25.1	25.1

6	18	4220	12	2510	10.6	10.6
7	18	4220	14	3080	12.6	12.6
8	18	4220	16	3650	14.6	14.6
9	18	4220	18	4220	16.6	16.6
10	18	4220	20	4790	18.6	18.6
11	18	4220	22	5360	20.6	20.6
12	18	4220	24	5930	22.5	22.5

BIODATA PENULIS



Penulis Bernama Mochammad Adil Farraszaky yang lahir pada 03 Desember 1995 Surabaya. Penulis merupakan anak terakhir dari 2 bersaudara. Lahir dari pasangan Achmad Surjantoro dan Indah soesiloreni. Penulis menempuh pendidikan formal TK Muhajirin, SDS Integral Luqman AL-Haqim, SMPN 30 Surabaya, dan SMA IPEMS Surabaya. Kemudian melanjutkan jenjang pendidikan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Instrumentasi ITS pada tahun 2015 dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 10 51 15 000 00 086.

Di departemen Teknik Instrumentasi ITS penulis cukup aktif dalam keorganisasian dan kepanitiaan, diantaranya yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Instrumentasi sebagai kepala bagian media informasi, kepengurusan UKM ITS Astronomy Club sebagai Staff kemudian sebagai pengurus inti Media Informasi. Dan kepanitiaan dalam acara lomba nasional Engineering Physics Week 2015-2016 dan 2016-2017. Pada laporan ini, penulis telah melaksanakan Tugas Akhir Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi Departemen Teknik Instrumentasi I FV ITS.

Selasainya tugas akhir ini diajukan penulis untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

adilfarazaky@gmail.com

Instagram/adilfarazaky

Linkedin: Adil Farazaky