

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan energi listrik saat ini semakin tinggi. Hal ini seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan juga kemajuan teknologi. Saat ini sumber energi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik hanya menggunakan bantuan air dan angin. Sebenarnya, ada sumber energi lain yang dapat digunakan, yaitu menggunakan energi cahaya matahari (*Solar Energy*).

Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan cara merangkai suatu alat yang dapat digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Alat yang dapat digunakan adalah *solar cell*. Teknologi dengan menggunakan *solar cell* telah lama dikenal oleh manusia.

Pada umumnya, *solar cell* merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap *photon* dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Setiap jenis semikonduktor yang berbeda hanya dapat menyerap *photons* pada tingkat energi tertentu saja yang dikenal dengan istilah *bandgap*.

Solar cell sebagai penangkap energi matahari kemudian dirangkai menjadi *solar tracker*. Energi listrik yang dihasilkan dari *solar tracker* akan maksimal apabila *solar cell* selalu tegak lurus terhadap arah fokus datangnya sinar matahari. Dengan kata lain, *solar cell* harus mengikuti arah pergerakan cahaya matahari.

Kesulitan yang timbul untuk memaksimalkan penyerapan intensitas maksimum cahaya matahari adalah dalam hal pembentukan sudut tegak lurus antara *solar cell* dengan arah datangnya sinar matahari. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengendalikan *solar cell* secara otomatis agar tetap fokus terhadap arah datangnya sinar matahari.

Untuk mengatasi hal tersebut, peneliti menggunakan mikrokontroler AVR ATtiny2313. Mikrokontroler AVR ATtiny2313 memiliki beberapa kelebihan, diantaranya dapat menggunakan pemrograman bahasa C yang lebih mudah di pahami bila dibandingkan dengan pemrograman bahasa assembler.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang diambil yaitu “Apakah sistem pengendali *solar tracker* berbasis mikrokontroler AVR ATtiny2313 dapat bekerja optimal mendeteksi arah datangnya sinar matahari yang memiliki intensitas tinggi?”

Sistem ini bekerja optimal dapat didefinisikan ketika salah satu LDR baik belakang, depan, kiri, atau kanan terkena cahaya dengan intensitas tinggi, maka *solar tracker* akan bergerak hingga cahaya yang memiliki intensitas tinggi mengenai LDR yang berada ditengah

Dalam penelitian ini akan dirancang rangkaian pemodelan *solar tracker* dengan menggunakan mikrokontroler AVR ATtiny2313 sebagai pengendali. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada cara kerja rangkaian *solar tracker*.

C. Tujuan Penelitian

Membuat model sistem instrumentasi *solar tracker* berbasis mikrokontroler sebagai pengendali untuk mendapatkan energi matahari yang maksimal.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk :

1. Sebagai sumber rujukan untuk peneliti-peneliti selanjutnya.
2. Memahami sistem instrumentasi *solar tracker* berbasis mikrokontroler.
3. Membantu masyarakat yang telah menggunakan *solar cell*, agar *solar cell* dapat menyerap energi matahari secara optimal dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pengendali dari *solar tracker*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikrokontroler

Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah banyak) sehingga harganya menjadi lebih murah (dibandingkan mikroprosesor). Sebagai kebutuhan pasar, mikrokontroler hadir untuk memenuhi selera industri dan para konsumen akan kebutuhan dan keinginan alat-alat bantu dan mainan yang lebih baik dan canggih. Dengan alasan demikian mikrokontroler banyak digunakan oleh berbagai kepentingan untuk menciptakan suatu kreasi elektronika yang beraneka ragam.

1. Mikrokontroler AVR ATtiny 2313 dan Karakteristiknya

AVR merupakan chip mikrokontroler keluaran ATMEL yang memiliki kemampuan handal dan cepat (hingga 16 Mega *Instruction per Second* –MIPS-). Chip ini dapat digunakan untuk aneka macam aplikasi mulai dari perancangan elektronik *device* hingga aplikasi robotika karena cara penggunaannya yang relatif mudah dan ekonomis.

AVR sendiri dirancang berdasarkan *Harvard architecture* sehingga isi data dan isi program memori disimpan melalui bus yang berbeda. Hal ini berarti

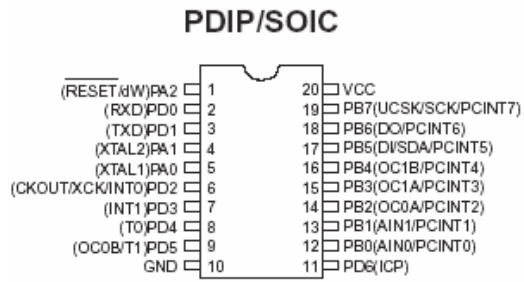
pengalamatan data dan program memori terpisah sehingga keduanya dapat diakses secara bersamaan. Sistem keduanya dihubungkan dengan komunikasi serial.

Berdasarkan Datasheet (2003) karakteristik mikrokontroler AVR seri ATtiny2313 sebagai berikut:

- *Utilizes the AVR RISC Architecture*
- *AVR-High-performance and Low-power RISC Architecture*
 - *120 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution*
 - *32 x 8 General Purpose Working Registers*
 - *Fully Static Operation*
- *Data and Non-Volatile Program and Data Memories*
 - *2K Bytes of In-System Self Programmable Flash*
Endurance: 10.000 Write/Erase Cycle
 - *128 Bytes In-System Prigammable EEPROM*
Endurance: 100.000 Write/Erase Cycle
 - *128 Bytes Internal SRAM*
 - *Progammng Lock For Flash Program and EEPROM Data Security*
- *Peripheral Features*
 - *One 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare Mode*
 - *One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Modes*
 - *Four PWM Channels*
 - *On-chip Analog Comparator*
 - *Progammable Watchdog Timer with On-chip Oscillator*
 - *USI – Universal Serial Interface*
 - *Full Duplex USART*

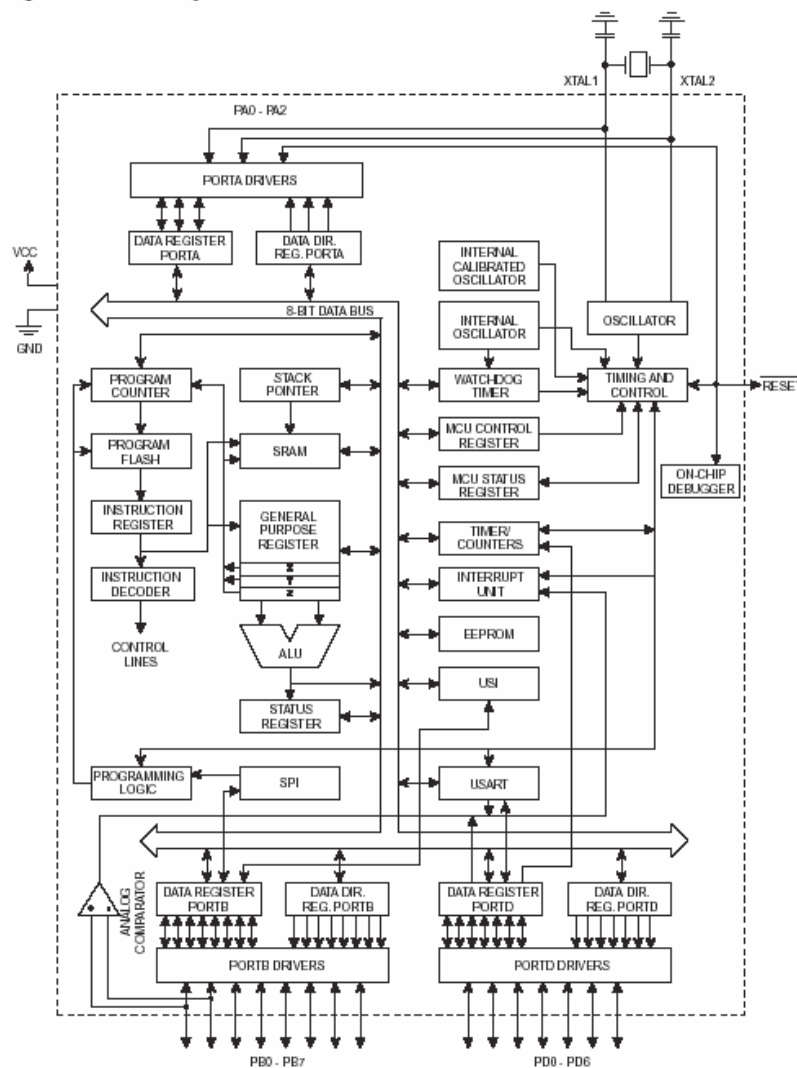
- *Special Microcontroller Features*
 - *debug WIRE On-chip Debugging*
 - *In-System Programmable via SPI Port*
 - *External and Internal Interrupt Sources*
 - *Low-power Idle, Power-down, and Standby Modes*
 - *Enhanced Power-on Reset Circuit*
 - *Internal Calibrated Oscillator*
- *I/O and Packages*
 - *16 Programmable I/O Lines*
 - *20-pin PDIP, 20-pin SOIC, and 32-pin MLF*
- *Operating Voltages*
 - *1.8 – 5.5 V (ATtiny2313)*
- *Speed Grades*
 - *ATtiny2313 V: 0 – 2 MHz @ 1.8 – 5.5 V, 0 – 8 MHz @ 2.4 – 5.5 V*
 - *ATtiny2313: 0 – 8 MHz @ 2.7 – 5.5 V, 0 – 16 MHz @ 4.5 – 5.5 V*
- *Power Consumption Estimates*
 - *Active Mode*
 - 1 MHz, 1.8 V: 300 μ A*
 - 32 kHz, 1.8 V: 20 μ A (including oscillator)*
 - *Power-down Mode < 0.2 μ A at 1.8 V*

Adapun untuk konfigurasi pin ATtiny2313 dapat dilihat pada Gambar 2.1 sedangkan arsitektur ATMEGA32 secara diagram dapat dilihat pada Gambar 2.2



(Datasheet, 2003)

Gambar 2.1 Konfigurasi Pin ATtiny2313



(Datasheet, 2003)

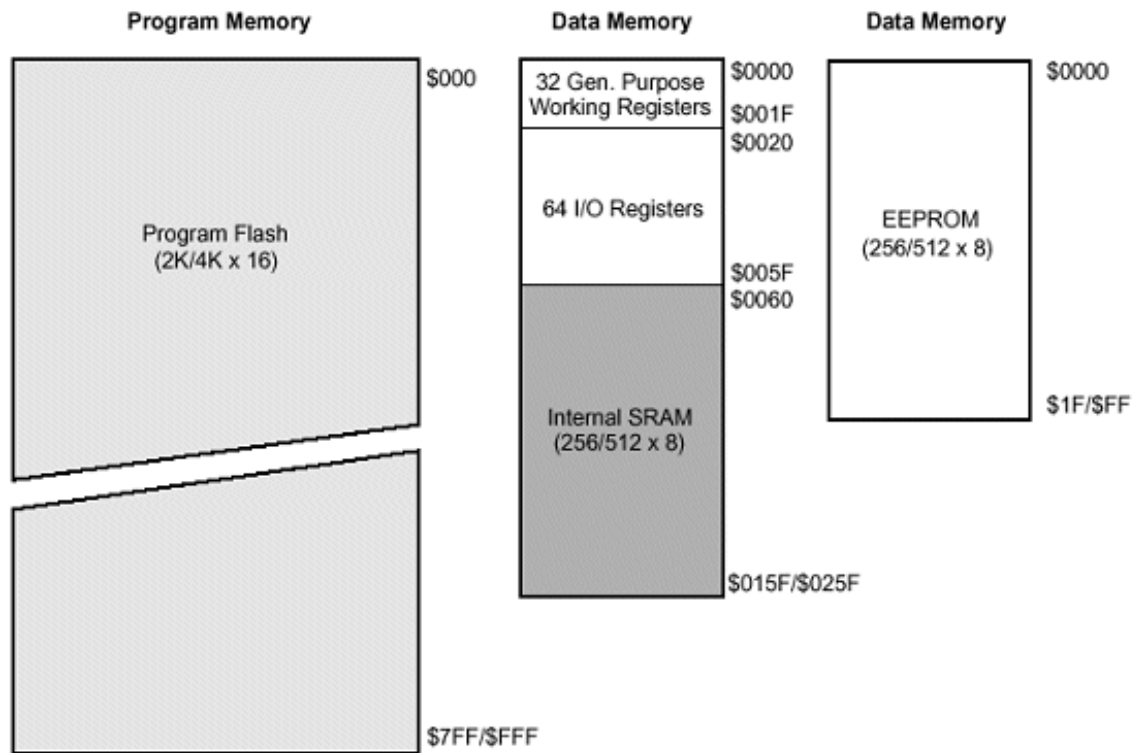
Gambar 2.2 Diagram Blok Arsitektur ATtiny2313

Salah satu seri mikrokontroler AVR yang banyak menjadi andalan saat ini adalah tipe ATtiny2313 dan ATmega8535. Seri ATtiny2313 banyak digunakan untuk sistem yang relatif sederhana dan berukuran kecil. ATtiny2313 termasuk jenis TTL bukan CMOS, oleh karena itu memerlukan tegangan kerja sebesar 5 V. Berikut adalah spesifikasi *hardware* mikrokontroler seri ATtiny2313.

- Kapasitas memori *Flash* 2 Kbytes untuk program
- Kapasitas memori EEPROM 128 bytes untuk data
- Memiliki jalur input / output hingga 15 pin
- Terdapat Eksternal Brown Out Detector untuk rangkaian reset
- LED Programming Indicator
- Frekuensi Osilator sebesar 4 MHz
- Tersedia jalur komunikasi serial dengan konektor RJ11
- *Fasilitas In System Programming (ISP)*

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.

Pemetaan memori (memori map) pada mikrokontroler AVR dapat dilihat pada Gambar 2.3.



(Datasheet,2003)

Gambar 2.3 Memori Map Mikrokontroler AVR

Berikut adalah penjelasan fungsi tiap kaki.

a. Port A (PA2..PA0)

Merupakan 3-bit *bi-directional port* I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register port A* (DDRA) harus disetting terlebih dahulu sebelum *Port A* digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin *port A* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*.

b. Port B (PB7..PB0)

Merupakan 8-bit *bi-directional port* I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data *Direction Register port B* (DDRB) harus disetting terlebih dahulu sebelum *Port B* digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin *port B* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Pin-pin *port B* juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Fungsi Khusus Pada *Port B* (PB7..PB0)

Port Pin	Fungsi Khusus
PB0	T0 = <i>timer/counter 0 external counter input</i>
PB1	T1 = <i>timer/counter 0 external counter input</i>
PB2	AIN0 = <i>analog comparator positive input</i>
PB3	AIN1 = <i>analog comparator negative input</i>
PB4	SS = <i>SPI slave select input</i>
PB5	MOSI = <i>SPI bus master output / slave input</i>
PB6	MISO = <i>SPI bus master input / slave output</i>
PB7	SCK = <i>SPI bus serial clock</i>

c. Port D (PD6..PD0)

Merupakan 7-bit *bi-directional port* I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer Port D* dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data *Direction Register port D* (DDRD) harus disetting terlebih dahulu sebelum *Port D* digunakan. Bit-bit DDRD diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin *port D* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, pin-pin *port D* juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel Fungsi Khusus Pada *Port D* (PD6..PD0)

Port Pin	Fungsi Khusus
PD0	RDX (UART <i>input line</i>)
PD1	TDX (UART <i>output line</i>)
PD2	INT0 (<i>external interrupt 0 input</i>)
PD3	INT1 (<i>external interrupt 1 input</i>)
PD4	OC1B (Timer/Counter 1 <i>output compare B match output</i>)
PD5	OC1A (Timer/Counter 1 <i>output compare A match output</i>)
PD6	ICP (Timer/Counter 1 <i>input capture pin</i>)
PD7	OC2 (Timer/Counter 2 <i>output compare match output</i>)

d. RESET

RST pada pin 1 merupakan reset dari AVR. Jika pada pin ini diberi masukan *low* selama minimal 2 *machine cycle* maka sistem akan di-reset.

e. XTAL1

XTAL1 adalah masukan ke *inverting oscillator amplifier* dan *input* ke *internal clock operating circuit*.

f. XTAL2

XTAL2 adalah *output* dari *inverting oscillator amplifier*.

g. VCC

VCC adalah Masukan Tegangan dari *power supply*

h. GND

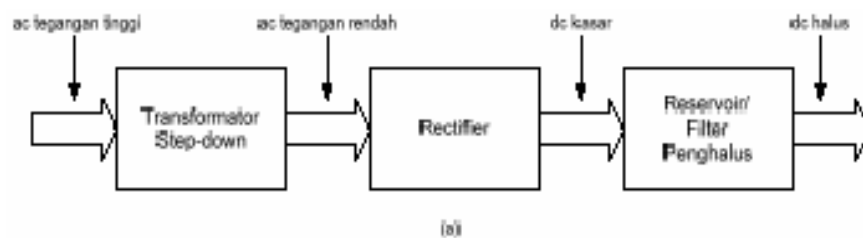
GND adalah *Ground*

B. Catu Daya

Dalam sistem elektronik, hampir semua rangkaian elektronik membutuhkan sumber tegangan dc (*direct current*) yang teratur dengan besar 5 V-30 V. Dalam beberapa kasus, pencatuan ini dapat dilakukan secara langsung oleh baterai (misalnya 6 V, 9 V, 12 V) namun dalam banyak kasus lainnya akan lebih menguntungkan apabila kita menggunakan sumber ac (*alternating current*) standar.

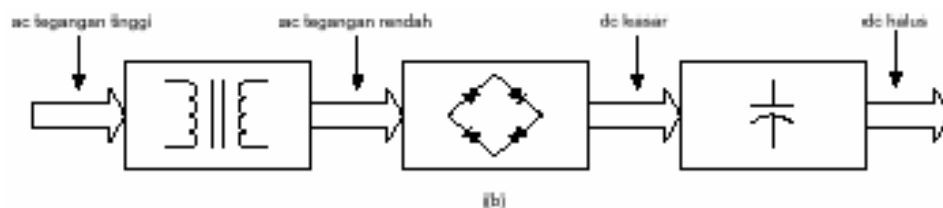
Diagram blok catu daya dc di perhatikan pada Gambar 2.4a. Karena *input* sumbernya memiliki tegangan yang relatif tinggi, maka digunakanlah sebuah transformator *step-down* dengan ratio lilitan yang sesuai untuk mengkonversi

tegangan ini ke tegangan rendah. *Output* ac dari sisi sekunder transformator kemudian disearahkan dengan menggunakan dioda-dioda penyearah (*rectifier*) silikon konvensional untuk menghasilkan *output* yang masih kasar (kadang-kala disebut sebagai dc berdenyut). *Output* ini kemudian di haluskan dan kemudian di *filter* sebelum di salurkan ke *input* rangkaian.



(Halawa, 2004)

Gambar 2.4 a Diagram blok dari sebuah catu daya dc



(Halawa, 2004)

Gambar 2.4 b Diagram blok catu daya dc dan komponen-komponen utama

Gambar 2.4b memperlihatkan beberapa komponen-komponen elektronik yang digunakan untuk catu daya. Transformator *step-down* inti besi memberi umpan ke susunan *rectifier* (seringkali dibuat berdasarkan rangkaian jembatan). *Output* dari *rectifier* tersebut kemudian diumpankan ke sebuah kapasitor *reservoir* bernilai tinggi. Kapasitor ini menyimpan muatan dalam jumlah yang cukup besar dan ditambah terus-menerus oleh susunan *rectifier*. Kapasitor tersebut juga membantu menghaluskan pulsa-pulsa tegangan yang di hasilkan oleh *rectifier*.

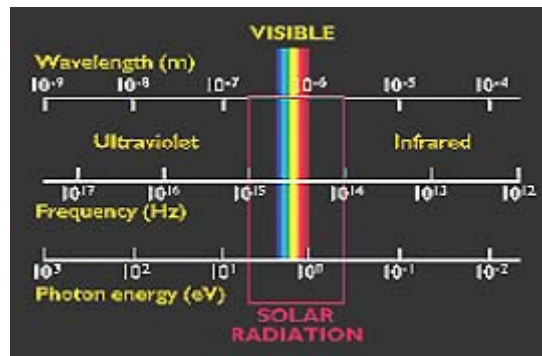
C. *Solar Cell*

Solar cell adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan lagi sumber energinya banyak tersedia di alam, yaitu sinar matahari, terlebih di negeri tropis semacam Indonesia yang menerima sinar matahari sepanjang tahun.

Namun, *solar cell* masih memiliki permasalahan yaitu dari efisiensi yang sangat rendah dalam merubah energi surya menjadi energi listrik. Sampai saat ini efisiensi tertinggi yang bisa dicapai tidak lebih dari 20%, itupun dalam skala laboratorium.

Secara sederhana *solar cell* terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik.

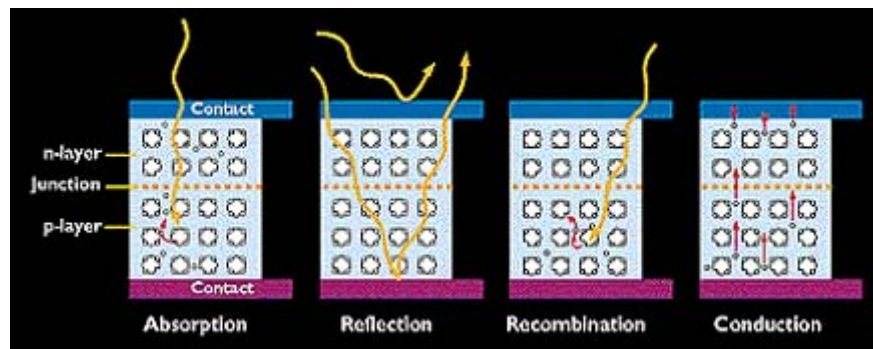
Bagian utama perubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah *absorber* (penyerap), meskipun demikian, masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari *solar cell*. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik yang secara spektrum dapat dilihat pada Gambar 2.5 Oleh karena itu *absorber* disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin *solar radiation* yang berasal dari cahaya matahari.



(Anonim, 2008)

Gambar 2.5 Spektrum Radiasi Sinar Matahari

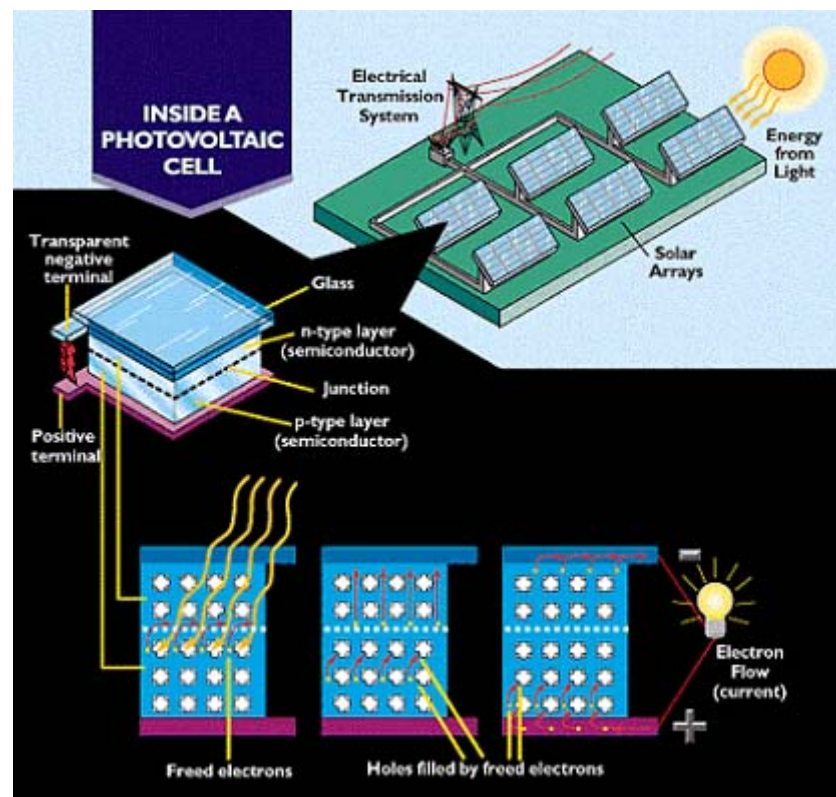
Lebih detail lagi dapat dijelaskan sinar matahari yang terdiri dari photon-photon, jika menimpa permukaan bahan *solar cell (absorber)*, akan diserap, dipantulkan atau dilewatkan begitu saja (lihat Gambar 2.6), dan hanya photon dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga mengalir arus listrik. Tingkat energi tersebut disebut energi *band-gap* yang didefinisikan sebagai sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan elektron dari ikatan kovalennya sehingga terjadilah aliran arus listrik. Untuk membebaskan elektron dari ikatan kovalennya, energi photon (hc/v) harus sedikit lebih besar atau diatas daripada energi *band-gap*. Jika energi photon terlalu besar dari pada energi *band-gap*, maka ekstra energi tersebut akan dirubah dalam bentuk panas pada *solar cell*. Karenanya sangatlah penting pada *solar cell* untuk mengatur bahan yang dipergunakan, yaitu dengan memodifikasi struktur molekul dari semikonduktor yang dipergunakan.



(Anonim, 2008)

Gambar 2.6 Radiative transition of solar cell

Tentu saja agar efisiensi dari *solar cell* bisa tinggi maka photon yang berasal dari sinar matahari harus bisa diserap yang sebanyak banyaknya, kemudian memperkecil refleksi memperbesar konduktivitas dari bahannya. Untuk bisa membuat agar photon yang diserap dapat sebanyak banyaknya, maka absorber harus memiliki energi *band-gap* dengan range yang lebar, sehingga memungkinkan untuk bisa menyerap sinar matahari yang mempunyai energi sangat bermacam-macam tersebut. Salah satu bahan yang sedang banyak diteliti adalah CuInSe_2 yang dikenal merupakan salah satu dari *direct semiconductor*.



(Seale, 2003)

Gambar 2.7 Cara Kerja Solar Cell

D. Sensor Peka Cahaya (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR), merupakan sebuah sensor peka cahaya yang terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. Kerja dari LDR ini tergantung dari keberadaan cahaya. Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat cahaya terang.



(Saimima, 2008)

Gambar 2.8 Sensor Peka Cahaya (LDR)

E. Accumulator

Accumulator berfungsi sebagai media penyimpan arus listrik. Umumnya, accumulator disebut juga sebagai aki. Aki terdiri dari beberapa macam yaitu:

1. Aki Kering

Aki kering dikenal juga sebagai baterai. Dalam aki kering ini tidak mengandung cairan sama sekali. Dilihat dari dapat atau tidaknya diisi ulang, baterai ini dikategorikan sebagai baterai yang sekali pakai dan dapat diisi ulang (*rechargeable*).

Dari segi bahan, baterai ada yang terbuat dari *Nickel-Cadmium* (Ni-Cd), *Nickel-Metal Hybride* (Ni-Mh), *Lithium Ion* sampai tercanggih terbuat dari *Lithium Polymer*. Aki kering ini, biasanya dipakai untuk peralatan

elektronik karena lebih ringkas. Contohnya dapat diaplikasikan pada ponsel, kamera digital atau laptop. Kelemahan dari aki ini memiliki daya tahan yang rendah dan memiliki ampere yang rendah.

2. Aki Basah

Aki basah merupakan salah satu jenis accumulator yang diisi oleh larutan elektrolit asam sulfat. Larutan elektrolit ini akan bereaksi dengan lempengan timah (Pb) yang terdapat pada aki basah. Larutan elektrolit yang dapat digunakan sebagai isi ada dua jenis, yaitu larutan elektrolit berupa asam sulfat yang biasanya merupakan botol merah (zuur), dan yang berbotol biru yang isinya air murni (aqua demineral).

3. Aki MF (*Maintenance Free*)

Aki MF (*maintenance free*) merupakan aki dari pengembangan dari aki basah. Aki jenis ini tidak memerlukan tambahan cairan elektrolit lagi. Aki MF ini hanya diisi sekali saja. Aki jenis ini dapat menguap, hanya air hasil penguapannya ditampung kembali dalam aki. Setelah dingin, air hasil penguapan tersebut disirkulasikan lagi dalam ruang sel aki. Dengan demikian, air aki akan terus berputar.

G. Pemrograman C Secara Umum

Seperti yang telah dijelaskan diatas bahwa sekarang-sekarang banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) seperti pascal, basic, cobol, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari para

programer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya:

- Bahasa C merupakan bahasa yang *powerful* dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.
- Bahasa C merupakan bahasa yang *portabel* sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang kita tulis dalam sistem operasi windows dapat kita kompilasi didalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.
- Bahasa C merupakan bahasa yang sangat populer dan banyak digunakan oleh programer berpengalaman sehingga kemungkinan besar *library* (pustaka) dan aksesoris program lainnya yang diperlukan dalam pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
- Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (*function*) dan fungsi-fungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.

- Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (*middle level language*) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras.

- Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama `main()`. Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan.

Berikut ini kerangka fungsi `main()` didalam bahasa C yang sama-sama dapat digunakan.

1. Bentuk pertama (tanpa pengembalian nilai ke sistem operasi)

```
Void main(void)

{

Statement_yang_akan_di_eksekusi;

....

}
```

Kata kunci `void` diatas bersifat opsional, artinya bisa ditulis atau tidak.

2. Bentuk kedua (dengan mengembalikan nilai 0 ke sistem operasi)

```
int main(void)

{
```

```
Statement_yang_akan_di_eksekusi;
```

```
....
```

```
}
```

Kata kunci void diatas bersifat opsional. Namun, para programmer C pada umumnya menuliskan kata kunci tersebut didalam fungsi yang tidak memiliki parameter.

Adapun untuk kerangka lengkap dari program yang ditulis dalam bahasa adalah seperti yang tertulis dibawah ini.

```
#include <nama_header_file>
```

```
...
```

```
/*prototipe fungsi*/
```

```
Tipe_data nama_fungsi1(parameter1,parameter2,...);
```

```
Tipe_data nama_fungsi2(parameter1,parameter2,...);
```

```
..
```

```
/*fungsi utama*/
```

```
Int main (void)
```

```
{statement_yang_akan_dieksekusi;
```

```
...
```

```
Return 0;
```

```
}
```

```
/*implimentasi fungsi*/
```

```
Tipe_data nama_fungsi1(parameter1,parameter2,...)
```

```

{stetament_yang_akan_dieksekusi;
...
.}
Tipe_data nama_fungsi2(parameter1,parameter2,...)
{stetament_yang_akan_dieksekusi;
....
}

```

Oleh karena itu bahasa C merupakan bahasa prosedural yang menerapkan konsep runtutan (program dieksekusi per baris dari atas ke bawah secara berurutan), maka apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut dibawah fungsi utama, maka kita harus menuliskan bagian prototipe (*prototype*), hal ini dimaksudkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada *kompiler* daftar fungsi yang akan digunakan di dalam program. Namun apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut diatas atau sebelum fungsi utama, maka kita tidak perlu lagi untuk menuliskan bagian prototipe diatas. Untuk lebih jelasnya, perhatikan kerangka program dibawah ini dimana fungsi-fungsi yang akan digunakan dituliskan sebelum fungsi utama.

```

#include <nama_header_file>
...
/*fungsi-fungsi yang dibutuhkan ditulis sebelum fungsi main()
Sehingga tidak membutuhkan prototipe fungsi*/

```

```

Tipe_data nama_fungsi1(parameter1,parameter2,...)

{statement_yang_akan_dieksekusi;

...

.}

Tipe_data nama_fungsi2(parameter1,parameter2,...)

{statement_yang_akan_dieksekusi;

....

}

/*fungsi utama*/

Int main (void)

{statement_yang_akan_dieksekusi;

...

Return 0;

}

```

Selain itu juga dalam bahasa C kita akan mengenal *file header*, biasa ditulis dengan ekstensi h(*.h), adalah file bantuan yang yang digunakan untuk menyimpan daftar-daftar fungsi yang akan digunakan dalam program. Bagi anda yang sebelumnya pernah mempelajari bahasa pascal, *file header* ini serupa dengan unit. Dalam bahasa C, *file header* standar yang untuk proses *input/output* adalah <stdio.h>. Perlu sekali untuk diperhatikan bahwa apabila kita menggunakan *file header* yang telah disediakan oleh kompilator, maka kita harus menuliskannya didalam tanda

'<' dan '>' (misalnya <stdio.h>). Namun apabila menggunakan *file header* yang kita buat sendiri, maka file tersebut ditulis diantara tanda “ dan ” (misalnya “cobaheader.h”). perbedaan antara keduanya terletak pada saat pencerian file tersebut. Apabila kita menggunakan tanda <>, maka file tersebut dianggap berada pada direktori default yang telah ditentukan oleh kompilator. Sedangkan apabila kita menggunakan tanda “”, maka *file header* dapat kita tentukan sendiri lokasinya.

File header yang akan kita gunakan harus kita daftarkan dengan menggunakan *directive #include*. Directive *#include* ini berfungsi untuk memberi tahu kepada kompilator bahwa program yang kita buat akan menggunakan file-file yang didaftarkan. Berikut ini contoh penggunaan *directive #include*.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "myheader.h"
```

Setiap kita akan menggunakan fungsi tertentu yang disimpan dalam sebuah *file header*, maka kita juga harus mendaftarkan *file header*nya dengan menggunakan *directive #include*. Sebagai contoh, kita akan menggunakan fungsi `getch()` dalam program, maka kita harus mendaftarkan *file header* <conio.h>.

Dalam tugas akhir ini saya menggunakan program media editor dan *compiler* menggunakan Code Vision AVR. *CodeVision* AVR merupakan salah satu *software compiler* yang khusus digunakan untuk mikrokontroler keluarga

AVR. Meskipun *Codevision AVR* termasuk *software* komersial, namun kita tetap dapat menggunakannya dengan mudah karena terdapat versi evaluasi yang disediakan secara gratis walaupun dengan kemampuan yang dibatasi. *CodeVision AVR* versi evaluasi ini dapat didownload di:

<http://www.hpinfotech.ro>

<http://www.hinfotech.ro/html/download.htm>

Pada pemrograman C menggunakan code visionAVR, beberapa sintak pemrogramannya terutama yang berkaitan dengan akses register dan memory sedikit dengan intruksi bahasa C pada umumnya. Meskipun demikian perbedaan ini hanyalah sebagian kecil saja. Secara konsep sebagian dan sebagian besar sintaks pemrograman yang ada dalam bahasa C berlaku juga di dalam *compiler code VisionAVR*.

Beberapa jenis syntaks yang terdapat pemrograman C pada mikrokontroler AVR, adalah sebagai berikut:

- a) Pengenal
- b) Tipe data
- c) Konstanta dan variabel
- d) Komentar
- e) Pengarah prosesor
- f) Pernyataan
- g) Blok pernyataan
- h) Operator aritmatika
- i) Operator perbandingan
- j) Operator logika
- k) Operator bit
- l) Operator penugasan dan operator majemuk
- m) Operator penambahan dan pengurangan
- n) Operator berkondisi
- o) Fungsi pustaka
- p) Pernyataan IF
- q) Pernyataan IF...ELSE
- r) Pernyataan IF bersarang
- s) Pernyataan SWITCH
- t) Pernyataan WHILE
- u) Pernyataan DO...WHILE
- v) Pernyataan FOR
- w) Array
- x) Pointer
- y) Struktur
- z) Union
- aa) Enum
- bb) Typedef
- cc) Fungsi

CodeVision AVR merupakan yang terbaik bila dibandingkan dengan *compiler-kompiler* yang lain karena beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *CodeVision AVR* antara lain :

1. Menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*)
2. Fasilitas yang disediakan lengkap (mengedit program, mengkompilasi program, mendownload program) serta tampilannya terlihat menarik dan mudah dimengerti. Kita dapat mengatur settingan editor sedemikian rupa sehingga membantu memudahkan kita dalam penulisan program
3. Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas *CodeWizardAVR*
4. Memiliki fasilitas untuk mendownload program langsung dari *CodeVisionAVR* dengan menggunakan hardware khusus seperti Atmel STK500, *Kanada System STK200+/300* dan beberapa hardware lain yang telah didefinisikan oleh *CodeVisionAVR*
5. Memiliki fasilitas debugger sehingga dapat menggunakan *software compiler* lain untuk mengecek kode assembler nya, contohnya AVRStudio.
6. Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam *CodeVisionAVR* sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah dibuat khususnya yang menggunakan fasilitas komunikasi serial UART.

BAB III

PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN CARA KERJA ALAT

A. Sistem Kerja Rangkaian *Solar tracker*

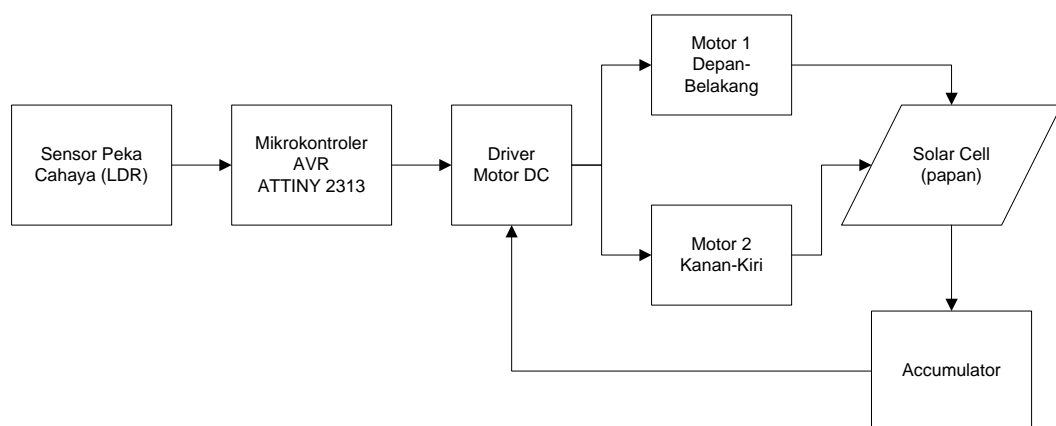
Untuk dapat merealisasikan sistem tersebut dibutuhkan beberapa sensor peka cahaya yang membaca arah datangnya cahaya dari beberapa sudut. Sudut yang paling kuat dari sensor peka cahaya tersebut diasumsikan sebagai sudut fokus arah datangnya sinar matahari yang memiliki intensitas yang tinggi, sehingga sudut dengan fokus terkuat tersebutlah yang akan diikuti oleh pergerakan *solar tracker* (JoAldera, 2007).

Sebagai sensor peka cahaya digunakan lima buah sensor peka cahaya (LDR), empat buah diantaranya diletakkan pada kondisi keempat penjuru mata-angin dan sebuah lagi ditempatkan ditengah-tengahnya sebagai pembanding dari masing-masing fokus yang diterima oleh LDR terkuat tersebut. Kepekaan paling kuat dari LDR tersebut akan diikuti oleh pergerakan *solar cell* hingga terdapat nilai kepekaan yang sama antara salah satu LDR yang diikuti tersebut dengan LDR yang ditengah sebagai pembandingnya. Dengan kondisi ini maka *solar cell* akan selalu mendapatkan sinar matahari secara optimal disepanjang hari.

Selain memanfaatkan sensor peka cahaya realisasi alat ini juga didukung dengan beberapa rangkaian terkombinasi yang masing-masing

berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang diterima oleh *solar cell* tersebut dalam hal ini diaplikasikan kedalam accumulator 12 volt.

Selain ini juga terdapat unit penampil data daya yang dihasilkan oleh penerimaan energi pada *solar cell*. Sedangkan sebagai penggerak / *tracker solar cell* ini menggunakan motor DC terkopel gearbox yang masing-masing track-nya digerakkan melalui sistem pemrograman pada mikrokontroler ATtiny2313. Secara keseluruhan realisasi sistem ini ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1.



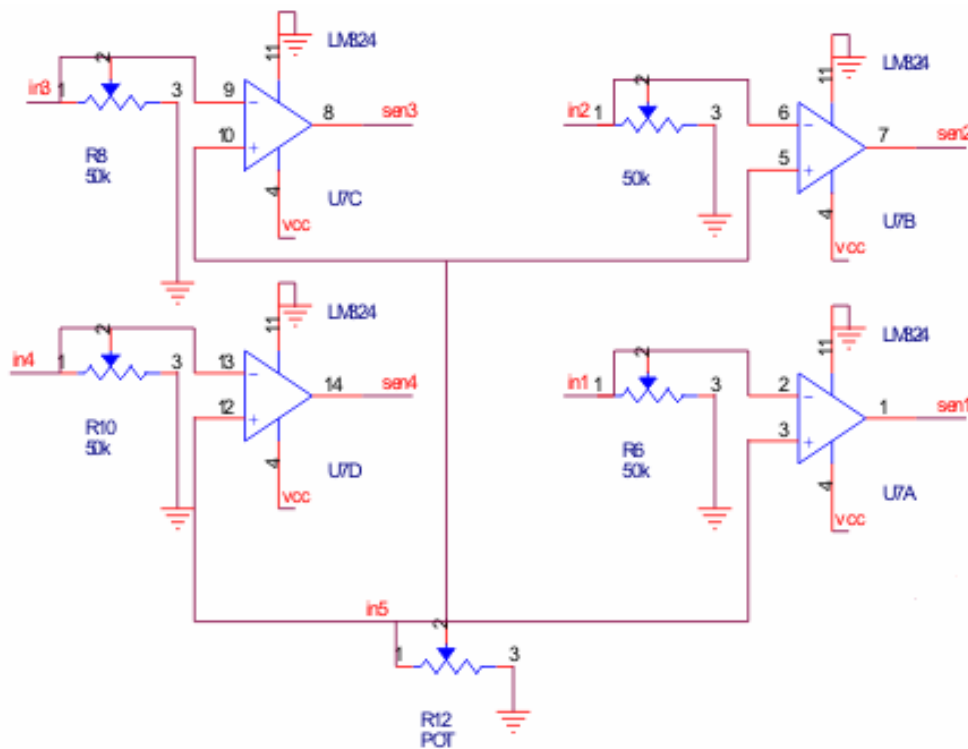
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Kerja *Solar Tracker*

B. Sistem Rangkaian Sensor Peka Cahaya

Pada alat ini menggunakan empat buah sensor peka cahaya LDR yang dipasang sebagai pelacak arah fokus datangnya sinar matahari, dimana ke empat sensor tersebut membentuk formasi layang-layang sama sisi dan di tengahnya terdapat sebuah LDR lagi yang berfungsi sebagai pembanding kuat cahaya yang diterima oleh masing-masing sensor pada kondisi terfokusnya.

Pada kondisi sebuah sensor mempunyai kepekaan terkuat maka *tracker* akan bergerak menuju arah tersebut hingga didapatkan suatu kondisi kepekaan sensor terkuat tersebut sama dengan kepekaan yang diterima oleh sensor yang ditengah sebagai pembandingnya.

Pada aplikasinya keempat sensor tersebut masing-masing dihubungkan dengan komparator pada input inverting, sementara sensor yang di tengah dihubungkan pada keempat komparator tersebut pada *input non inverting*nya.



Gambar 3.2 Skematik Posisi dan Sistem Rangkaian Sensor

Berdasarkan prinsip kerja LDR dimana pada kondisi mendapatkan cahaya maka tahanannya turun, sehingga dengan metode rangkaian diatas pada LDR yang mendapatkan kuat cahaya terbesar maka tegangan yang dihasilkan adalah tertinggi.

Masing-masing tegangan keluaran LDR terhubung dengan terminal *inverting* rangkaian komparator. Sehingga dengan sistem rangkaian diatas, komparator akan menghasilkan logika tinggi jika salah satu dari ke empat LDR mempunyai tegangan keluaran lebih besar dari tegangan keluaran pembadingnya.

Logika keluaran rangkaian komparator inilah yang digunakan sebagai sinyal informasi bagi rangkaian pemrograman untuk menggerakkan motor DC menuju arah LDR dengan tegangan terbesar tersebut.

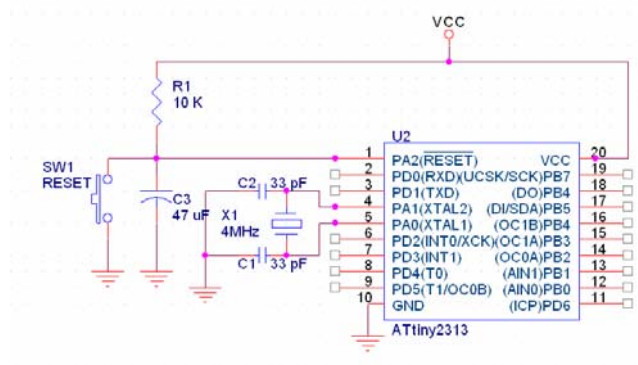
Dengan demikian *tracker* akan mencari sumber cahaya terkuat hingga didapatkan kondisi tegangan keluaran LDR pembanding sama atau bahkan lebih besar dari keempat LDR yang dituju tersebut.

Pada kondisi ini keluaran komparator berlogika rendah sehingga melalui pemrograman pada mikrokontroler putaran motor DC akan dihentikan.

C. Sistem Minimum Mikrokontroler ATtiny2313

Dalam menjalankan chip IC mikrokontroler AVR memerlukan komponen elektronika pendukung lainnya. Suatu rangkaian yang paling sederhana dan minim komponen pendukungnya disebut sebagai suatu rangkaian sistem minimum. Dalam perancangan Tugas Akhir ini, sistem minimum mikrokontroler ATtiny2313 terdiri dari:

1. Chip IC mikrokontroler ATtiny2313
2. Kristal 4 MHz
3. Kapasitor
4. Resistor



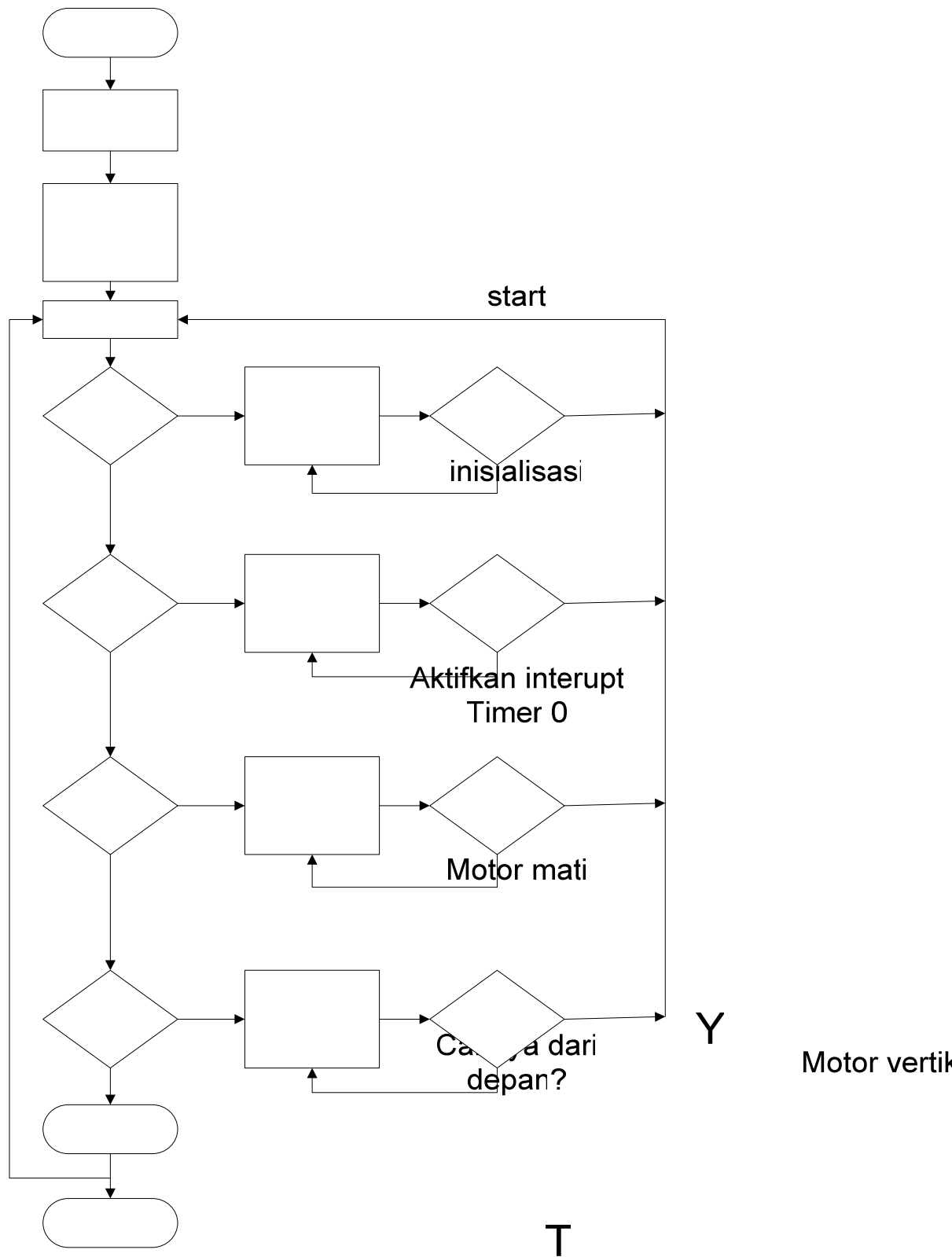
Gambar 3.3 Sistem minimum mikrokontroler ATtiny2313

Aplikasi mikrokontroler ATtiny2313 pada alat ini berfungsi sebagai penerjemah data konduksi komparator pada rangkaian LDR untuk mengatur arah putaran motor DC penggerak *solar tracker*. Untuk aplikasi ini menggunakan *port D* sebagai data masukan dan *port B* sebagai alamat keluarannya.

Proses kerja mikrokontroler ini ditentukan berdasarkan pulsa komparator 1,2,3,4 yang masuk pada *port D2* hingga *D5*. Dimana jika salah satu tegangan pada LDR 1,2,3,4 lebih besar dari tegangan referensi komparator pada LDR tersebut akan berlogika tinggi, pulsa masukan dari salah satu komparator 1,2,3,4 ini berfungsi untuk menggerakkan motor *solar tracker* sesuai arah posisi LDR, jika tegangan referensi lebih besar dari semua

tegangan LDR, semua komparator berlogika rendah sehingga tidak ada logika untuk menyulut data masukan pada *port D*.

Kondisi ini menyebabkan semua alamat pada *port B* juga berlogika rendah sehingga motor penggerak *solar tracker* berhenti. Untuk proses ini dirancang suatu diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.4 Diagram Alir Mikrokontroler sebagai Penggerak *Solar tracker*

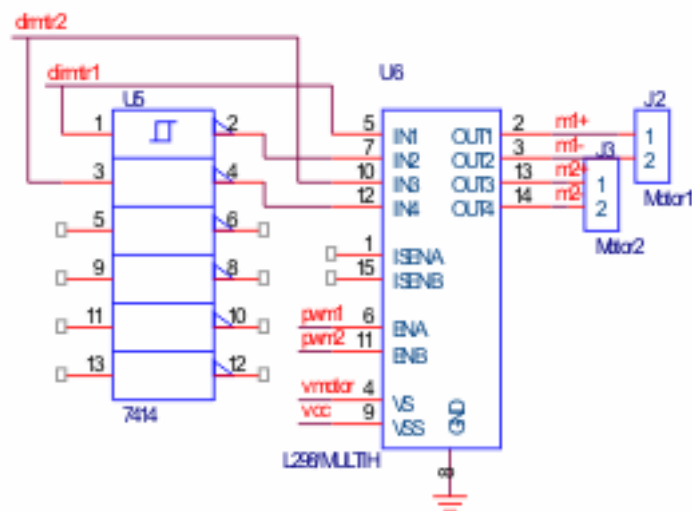
Cahaya dari belakang? Y Motor vertikal=C

Berdasarkan diagram alir yang disusun diatas maka dapat dirancang suatu metode pemrograman berbahasa C sebagai proses pengalamanan data komparator.

D. Perancangan Rangkaian *Driver*

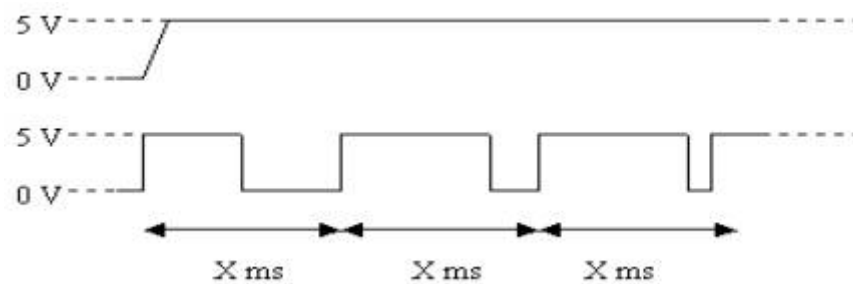
Rangkaian *driver* dirancang untuk mengaktifkan motor DC sebagai penggerak *solar tracker*. Kombinasi rangkaian *driver* ini dirancang supaya motor DC dapat berputar *forward-reverse*, menyesuaikan *input* program yang bekerja berdasarkan pembacaan sinyal dari LDR.

Rangkaian *driver* ini diperlukan untuk memberikan pemisahan tegangan kontrol sebesar 5 volt yang dihasilkan dari keluaran mikrokontroler menjadi tegangan sesuai yang dibutuhkan oleh motor DC tersebut.



Gambar 3.5 *Driver* Penggerak Motor DC dengan menggunakan IC *Driver* L298

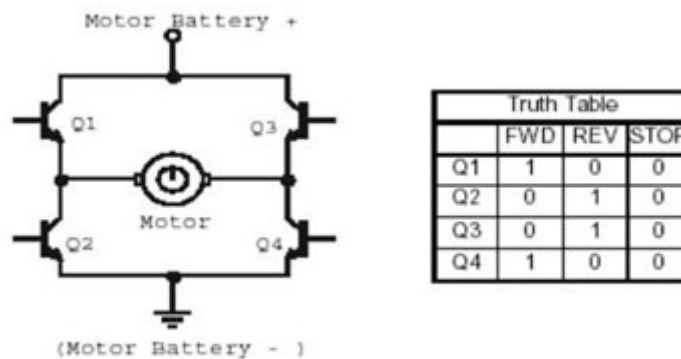
Perancangan ini menggunakan IC *driver* L298 yang memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 2A dan tegangan maksimum 40 VoltDC untuk satu kanalnya. Pin *Enable* A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor, pin *Input* 1 sampai 4 untuk mengendalikan arah putaran. Pin *Enable* diberi VCC 5 Volt untuk kecepatan penuh dan PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk kecepatan rotasi yang bervariasi tergantung dari *level high*-nya. Ilustrasinya ditunjukkan pada Gambar 3.6.



(Susilo, 2008)

Gambar 3.6 Ilustrasi *Pulse Width Modulation*

Dari Gambar 3.6 dapat dijelaskan jika dikehendaki kecepatan penuh maka diberikan 5 Volt konstan, jika dikehendaki kecepatan bervariasi maka diberikan pulsa yang lebar *high* dan *low*-nya bervariasi. Satu periode pulsa memiliki waktu yang sama sehingga dalam contoh diatas, kecepatan motor akan berubah dari setengah kecepatan penuh menjadi mendekati kecepatan penuh. Biasanya digunakan lebar pulsa dalam beberapa milisekon misalnya 2 ms.



(Susilo, 2008)

Gambar 3.7 Ilustrasi Pengendalian Motor didalam IC *Driver Motor*

Didalam chip L298, untuk mengendalikan arah putaran motor digunakan metode *bridge-H* dari kombinasi transistor, jadi dengan metode demikian arus yang mengalir kemotor polaritasnya dapat diatur dengan memberikan logika ke transistor Q1 sampai Q4. Pengaturannya seperti Tabel kebenaran disamping Gambar 3.7. Kondisi *high* untuk semua *input* tidak diijinkan sebab akan mengakibatkan semua transistor aktif dan akan merusakkan transistor karena secara otomatis arus dari kolektor Q1 dan Q2 langsung mengalir ke Q2 dan Q3 sehingga arus sangat besar tanpa melalui beban motor DC.

E. Perancangan Program Alat Pada ATtiny2313

Program alat pada penelitian ini menggunakan pemrograman bahasa C dengan *compiler CodeVision AVR type 1.25.6*. Untuk lebih jelasnya, perintah-perintah yang digunakan dapat dilihat pada lampiran.

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil hasil pengujian terhadap alat yang telah dirancang dari penelitian ini. Pengujian dimulai dari pengujian masing-masing komponen alat sampai dengan pengujian keseluruhan rangkaian alat.

A. Pengujian Alat

Setelah seluruh komponen terpasang, jalur-jalur komponen sudah terhubung dan program selesai *download*, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba terhadap alat. Uji coba alat dilakukan secara bertahap dari satu rangkaian ke rangkaian berikutnya untuk mempermudah pemeriksaan dan perbaikan.

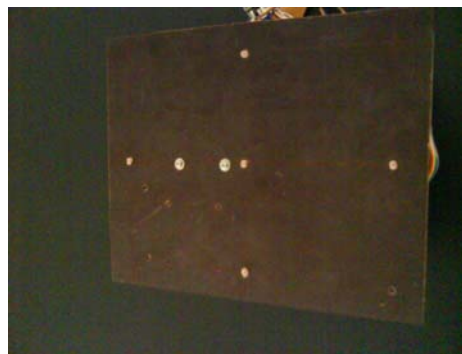
1. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Pengujian pada rangkaian mikrokontroler ini dilakukan dengan mendownload program yang telah dibuat untuk menggerakkan rangkaian *solar tracker*. Menggunakan lampu LED sebagai indikator apakah mikrokontroler dapat bekerja berdasarkan perintah atau tidak.

Jika setiap kaki diukur dan menghasilkan tegangan maka tidak ada masalah dengan mikrokontroler yang berarti rangkaian bekerja dengan baik. Setelah program *download* dan hasilnya indikator LED menyala maka mikrokontroler dapat bekerja sesuai perintah dengan baik.

2. Pengujian Rangkaian Sensor Peka Cahaya (LDR)

Pada Pengujian ini di ukur berapa besar resistansi serta tegangan yang dihasilkan oleh LDR baik sebelum disinari cahaya maupun setelah disinari cahaya. Rangkaian ini telah dikalibrasi dengan hasil kalibrasi trimpot (hambatan variabel) sebesar $5\text{ K}\Omega$ dan *input* tegangan ke rangkaian ini sebesar 5 Volt.



Gambar 4.1 Rangkaian Sensor Peka Cahaya

Di bawah ini bisa dilihat hasil dari pengujian rangkaian sensor peka cahaya.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Resistansi

Posisi LDR	Resistansi LDR Sebelum disinari ($\text{K}\Omega$)	Resistansi LDR Setelah disinari ($\text{K}\Omega$)
Belakang	44,7	0,98
Depan	44,5	0,96
Kiri	44,6	0,99
Kanan	44,9	0,90
Tengah	44,5	0,95

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat perbedaan yang cukup signifikan dari besarnya resistansi yang di hasilkan oleh LDR ketika sebelum dan sesudah disinari oleh cahaya.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan

Posisi LDR	Tegangan LDR sebelum disinari (V)	Tegangan LDR Setelah disinari (V)
Belakang	0,5	4,1
Depan	0,5	4,1
Kiri	0,5	4,1
Kanan	0,5	4,1
Tengah	0,5	4,1

Dari Tabel 4.2 hasil yang diperoleh sama seperti Tabel 4.1, terlihat perbedaan yang cukup signifikan dari besarnya tegangan yang di hasilkan oleh LDR ketika sebelum dan sesudah disinari oleh cahaya. Berdasarkan perhitungan menurut teori pembanding tegangan

$$V = \frac{R_{variabel}}{R_{variabel} + R_{LDR}} \times V_{input} \text{ (Sutrisno, 1986),}$$

dihasilkan data sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan Berdasarkan Perhitungan Teoritis

Posisi LDR	Tegangan LDR sebelum disinari (V)	Tegangan LDR Setelah disinari (V)
Belakang	0,5	4,2
Depan	0,5	4,2
Kiri	0,5	4,2
Kanan	0,5	4,2
Tengah	0,5	4,2

Setelah dihitung berdasarkan perhitungan teoritis dapat dilihat pada Tabel 4.3, besarnya tegangan yang dihasilkan oleh LDR sebelum dan sesudah disinari hampir mendekati dari hasil perhitungan berdasarkan pengujian alat.

3. Pengujian Rangkaian Driver

Pengujian pada rangkaian driver ini dilakukan dengan menguji tegangan keluaran dari masing-masing pin L298. Jika masing-masing pin menghasilkan tegangan, dan IC L298 tidak panas maka rangkaian ini bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk menggerakkan motor DC.

4. Pengujian Keseluruhan Rangkaian

Pengujian dari keseluruhan alat dapat dilakukan dengan mengoperasikan seluruh alat dimulai dengan memberikan tegangan kemudian memberikan sinar pada sensor, apakah alat ini dapat bergerak terhadap datangnya cahaya. Jika alat bergerak terhadap datangnya cahaya maka alat tersebut telah bekerja dengan baik.

B. Pembahasan

1. Rangkaian Mikrokontroler

Pada pengujian rangkaian mikrokontroler, setelah rangkaian mikrokontroler dihubungkan dengan sumber tegangan, ternyata setiap kaki/pin pada mikrokontroler menghasilkan tegangan. Hal ini menandakan rangkaian ini bekerja dengan baik.

Pengujian pada rangkaian ini ada kaitannya dengan pengujian pada rangkaian sensor peka cahaya. Rangkaian ini langsung dihubungkan dengan rangkaian sensor peka cahaya. Setelah program *download* kedalam mikrokontroler dapat dilihat hasilnya pada rangkaian LED.

Ketika LDR tengah sebagai pembanding di sinari cahaya ternyata keempat LED menyala. Ini menandakan bahwa program dan mikrokontroler dapat bekerja dengan baik.

2. Rangkaian Sensor Peka Cahaya (LDR)

Setelah dilakukan pengujian pada rangkaian sensor peka cahaya, kepekaan LDR pada rangkaian ini mendeteksi datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi. Data yang di dapat dari hasil pengujian dibandingkan dengan perhitungan secara teori, hasilnya tidak berbeda jauh.

Besarnya tegangan LDR sebelum disinari sebesar 0,5 V, dari hasil perhitungan berdasarkan teori sebesar 0,5 V. Sedangkan besarnya tegangan LDR setelah disinari sebesar 4,1 V, dari hasil perhitungan berdasarkan teori sebesar 4,2 V.

Bisa dilihat hasilnya tidak terlalu jauh bahkan untuk tegangan sebelum disinari besarnya sama dengan hasil perhitungan berdasarkan teori yaitu 0,5 V. Berarti rangkaian sensor ini dapat bekerja dengan baik.

3. Rangkaian Driver

Untuk menguji rangkaian driver ini, rangkaian driver dihubungkan pada rangkaian mikrokontroler dan motor DC. Setelah dihubungkan dan diberi sumber tegangan dari accumulator sebesar 12 Volt hasilnya motor DC dapat bekerja.

Setelah itu rangkaian driver dihubungkan dengan rangkaian sensor peka cahaya. Hasilnya ketika LDR bagian belakang disinari cahaya, motor DC bekerja menggerakkan papan LDR menuju arah datangnya cahaya hingga cahaya mengenai LDR bagian tengah dan motor DC berhenti bekerja.

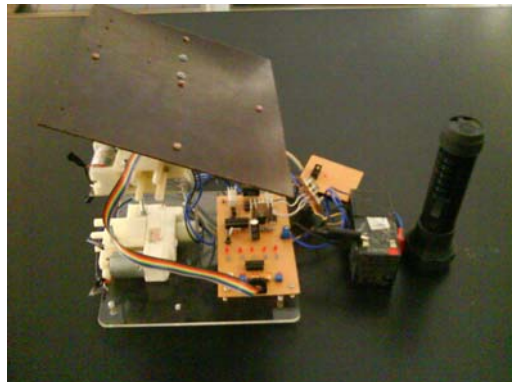
4. Keseluruhan Rangkaian

Untuk melihat rangkaian keseluruhan alat dapat bekerja dengan baik, seluruh alat harus terhubung satu sama lain. Dari hasil pengujian dan data yang dihasilkan, alat ini bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Ketika salah satu LDR baik belakang, depan, kiri atau kanan disinari oleh cahaya maka alat ini bergerak kearah datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi dan berhenti setelah cahaya yang memiliki intensitas tinggi mengenai LDR tengah. Pada kondisi ini solar tracker berada pada arah tegak lurus dari datangnya sinar.

Dari hasil pengujian keseluruhan alat, pada saat LDR belakang disinari cahaya, tegangan pada LDR belakang sebesar 4,2 V. dan pada kondisi ini LDR yang ditengah tidak mendapatkan cahaya dengan intensitas yang tinggi sehingga tegangan pada LDR tengah sebesar 0,5 V.

Pada kondisi tersebut *solar tracker* akan bergerak ke arah LDR belakang sampai LDR tengah mendapatkan intensitas cahaya yang tinggi dan *solar tracker* akan berhenti. Ketika diukur tegangan LDR tengah sebesar 4,2 V, ternyata besarnya tegangan kedua LDR tersebut sama besar ketika terkena cahaya yang memiliki intensitas tinggi. Pada saat inilah posisi *solar tracker* akan tegak lurus dengan arah datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi.

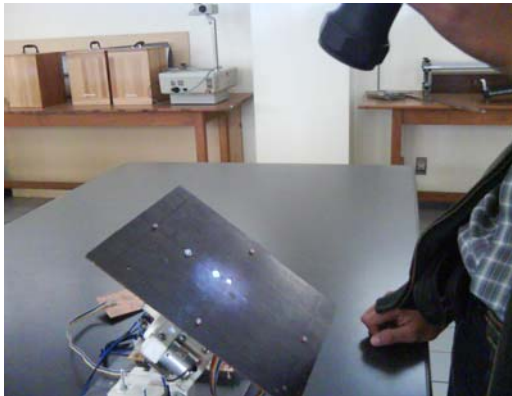
Pada gambar di bawah ini dapat dilihat posisi *solar tracker* ketika di sinari cahaya.



Gambar 4.2 Pemodelan *Solar Tracker*



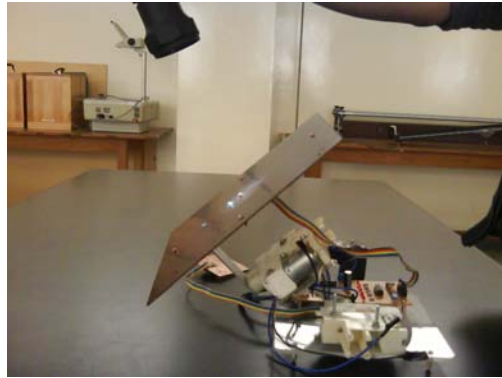
Gambar 4.3 LDR Belakang Disinari Cahaya



Gambar 4.4 Posisi *Solar Tracker* Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator)
Terkena Cahaya

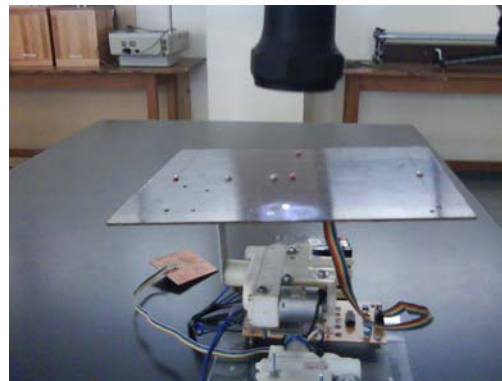


Gambar 4.5 LDR Depan Disinari Cahaya

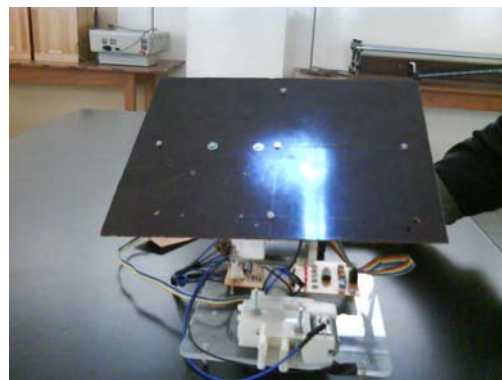


Gambar 4.6 Posisi *Solar Tracker* Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator)

Terkena Cahaya

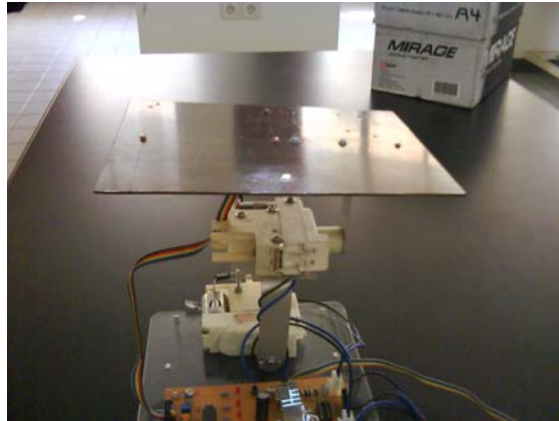


Gambar 4.7 LDR Kiri Disinari Cahaya

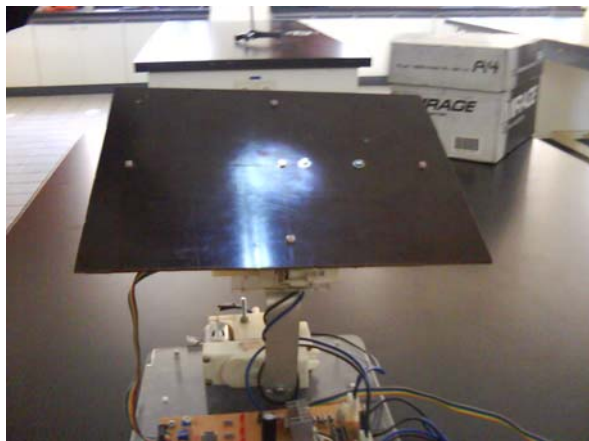


Gambar 4.8 Posisi *Solar Tracker* Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator)

Terkena Cahaya



Gambar 4.9 LDR Kanan Disinari Cahaya



Gambar 4.10 Posisi *Solar Tracker* Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator)
Terkena Cahaya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem pengendali *solar tracker* berbasis mikrokontroler AVR ATtiny2313 dapat bekerja optimal, hal ini ditunjukkan ketika salah satu LDR baik belakang, depan, kiri, atau kanan terkena cahaya dengan intensitas tinggi, maka *solar tracker* akan bergerak hingga cahaya yang memiliki intensitas tinggi mengenai LDR yang berada ditengah. Pada kondisi ini *solar tracker* akan tegak lurus dengan arah datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi.

B. Saran

Adapun masukan atau saran agar alat ini bekerja dengan baik, diantaranya:

1. Pada rangkaian sensor peka cahaya, gunakan phototransistor agar memiliki sensitifitas dan kestabilan yang lebih baik dibandingkan dengan LDR.
2. Agar *solar tracker* dapat benar-benar optimal tegak lurus dengan datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi gunakanlah ADC.
3. Jika ingin tetap menggunakan komparator, tambahkan *delay* pada bahasa pemrograman. Agar ketika alat berhenti bekerja masih ada

delay untuk berhenti, sehingga posisi *tracker* dapat optimal tegak lurus dengan datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi.

4. Gunakanlah luas penampang *solar cell* yang lebih luas agar jarak LDR tidak terlalu dekat.
5. Pada motor DC lebih baik menggunakan motor servo sehingga gerakan yang dihasilkan dapat lebih halus.

**RANCANG BANGUN MODEL *SOLAR TRACKER*
BERBASIS MIKROKONTROLER
UNTUK MENDAPATKAN ENERGI MATAHARI
YANG MAKSIMAL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Jurusan Pendidikan Fisika



Oleh

Witna Permadi

032459

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2008**

**RANCANG BANGUN MODEL *SOLAR TRACKER*
BERBASIS MIKROKONTROLER
UNTUK MENDAPATKAN ENERGI MATAHARI
YANG MAKSIMAL**

SKRIPSI

Oleh

Witna Permadi
NIM. 032459

Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I

Drs. Waslaluddin, M.T.
NIP. 131 946 748

Pembimbing II

Drs. Agus Danawan, M.Si.
NIP. 131 663 904

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan Fisika
FPMIPA UPI

Drs. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.
NIP. 131 570 027

PERNYATAAN

“Saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ **Rancang Bangun Model *Solar Tracker* Berbasis Mikrokontroler untuk Mendapatkan Energi Matahari yang Maksimal**” ini sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian di dalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/ sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2008

Yang membuat pernyataan,

Witna Permadi
NIM. 032 459

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Konfigurasi Pin ATtiny2313.....	7
Gambar 2.2 Diagram Blok Arsitektur ATtiny2313.....	7
Gambar 2.3 Memori Map Mikrokontroler AVR.....	9
Gambar 2.4a Diagram blok dari sebuah catu daya dc	13
Gambar 2.4b Diagram blok catu daya dc dan komponen-komponen utama.....	13
Gambar 2.5 Spektrum Radiasi Sinar Matahari.....	15
Gambar 2.6 <i>Radiative transition of solar cell</i>	16
Gambar 2.7 Cara Kerja <i>Solar Cell</i>	17
Gambar 2.8 Sensor Peka Cahaya (LDR).....	18
Gambar 2.9 Program <i>CodeVision v1.25.6. Professional</i>	29
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Kerja <i>Solar Tracker</i>	31
Gambar 3.2 Skematik Posisi dan Sistem Rangkaian Sensor.....	32
Gambar 3.3 Sistem minimum mikrokontroler ATtiny2313.....	34
Gambar 3.4 Diagram Alir Mikrokontroler sebagai Penggerak <i>Solar tracker</i>	36
Gambar 3.5 Driver Penggerak Motor DC dengan menggunakan IC Driver L298.....	37
Gambar 3.6 Ilustrasi <i>Pulse Width Modulation</i>	38
Gambar 3.7 Ilustrasi Pengendalian Motor didalam IC Driver Motor.....	39
Gambar 4.1 Rangkaian Sensor Peka Cahaya.....	41

Gambar 4.2	Pemodelan <i>Solar Tracker</i>	46
Gambar 4.3	LDR Belakang Disinari Cahaya.....	47
Gambar 4.4	Posisi <i>Solar Tracker</i> Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator) Terkena Cahaya.....	47
Gambar 4.5	LDR Depan Disinari Cahaya.....	47
Gambar 4.6	Posisi <i>Solar Tracker</i> Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator) Terkena Cahaya.....	48
Gambar 4.7	LDR Kiri Disinari Cahaya.....	48
Gambar 4.8	Posisi <i>Solar Tracker</i> Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator) Terkena Cahaya.....	48
Gambar 4.9	LDR Kanan Disinari Cahaya.....	49
Gambar 4.10	Posisi <i>Solar Tracker</i> Berhenti Ketika LDR Tengah (komparator) Terkena Cahaya.....	49

DAFTAR ISI

	Hal.
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Mikrokontroler	
1. Mikrokontroler AVR ATtiny2313 dan Karakteristiknya.....	4
B. Catu Daya.....	12
C. <i>Solar Cell</i>	14
D. Sensor Peka Cahaya (LDR).....	17
E. Accumulator	
1. Aki Kering.....	18
2. Aki basah.....	19
3. Aki MF (<i>Maintenance Free</i>).....	19

F. Pemrograman C Secara Umum.....	19
BAB III PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN CARA KERJA	
ALAT	
A. Sistem Kerja Rangkaian <i>Solar Tracker</i>	30
B. Sistem Rangkaian Sensor Peka Cahaya.....	31
C. Sistem Minimum Mikrokontroler ATtiny2313.....	33
D. Perancangan Rangkaian Driver.....	37
E. Perancangan Program Alat Pada ATtiny21313.....	39
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN	
A. Pengujian Alat	
1. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler.....	40
2. Pengujian Rangkaian Sensor Peka Cahaya (LDR).....	41
3. Pengujian Rangkaian Driver.....	43
4. Pengujian Keseluruhan Rangkaian.....	43
B. Pembahasan	
1. Rangkaian Mikrokontroler.....	44
2. Rangkaian Sensor Peka Cahaya (LDR).....	44
3. Rangkaian Driver.....	45
4. Keseluruhan Rangkaian.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal.
Lampiran 1 Datasheet.....	52
Lampiran 2 Rangkaian Sistem <i>Solar Tracker</i>	63
Lampiran 3 Data Percobaan.....	65
Lampiran 4 Bahasa Pemrograman.....	68
Riwayat Hidup.....	73

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.(2005). *DT-PROTO 20 Pin AVR Digital*. [On Line]. Tersedia :
http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/manual/Manual%20DT-PROTO%2020%20Pin%20AVR%20Digital.pdf [5 Juni 2008]
- Anonim.(2000). *Dual Full- Bridge Driver L298*. [On line]. Tersedia :
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/22437/STMICROELECTRONICS/L298.html> [10 Juni 2008]
- Anonim.(2003). *Datasheet ATtiny2313*. [On Line]. Tersedia:
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/80317/ATMEL/ATTINY2313.html> [10 Juni 2008]
- Beiser, A. (1999). *Konsep Fisika Modern*. Jakarta: Erlangga
- Budioko, T. (2005). *Belajar dengan Mudah dan Cepat Pemrograman Bahasa C dengan SDCC (Small Device C Compiler) pada Mikrokontroler AT 89C51/AT 89C51/52*. Yogyakarta: Gava Media
- Iskandar, R ; Supriyanto, R ; Simarmata, L.B. (2004). *Free Fighting Robot*. [On Line]. Tersedia : <http://ejournal.gunadarma.ac.id/files/E14.pdf> [10 Juni 2008]
- Kamshory. (2007). *Dasar Pemrograman Bahasa C pada Modul DST-51 Perkenalan*. [On Line]. Tersedia :
<http://www.mikron123.com/content/view/71/53/> [5 Juni 2008]
- Lukman. (2008). *Arsitektur Mikrokontroler*. [On Line]. Tersedia :
<http://www.mikron123.com/content/view/58/53/> [5 Juni 2008]
- Lukman. (2008). *Rangkaian Sistem Minimum AVR 8535*. [On Line]. Tersedia :
<http://www.mikron123.com/content/view/67/53/> [5 Juni 2008]

Putra, A.E. (2006). *Belajar Mikrokontroler AT 89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta : Gava Media

Susilo, D. (2008). *Robot "Avoider", Robot Penghindar Halangan*. [On Line]. Tersedia: <http://www.electroniclab.com/index.php?action=html&fid=54> [9 Juni 2008]

Sutrisno. (1986). *ELEKTRONIKA Teori dan Penerapannya*. Bandung : ITB

Zemansky, M.W. (1986). *Fisika untuk Universitas 2 (Listrik Magnet)*. Bandung : Binacipta

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1 Fungsi Khusus Pada <i>Port</i> B (PB7..PB0).....	10
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Pada <i>Port</i> D (PD6..PD0).....	11
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Resistansi.....	41
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan.....	42
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan Berdasarkan Perhitungan Teoritis.....	43

Bersama engkau aku temukan cahaya di bawah naungan seuntai do`a,
dengan bait-bait kata dalam reka bertuliskan tinta sebuah pena,
semua itu adalah ilmu.

Hitam dalam alam, noda dalam dada, nista dalam rasa,
gulita dalam malam, semua itu tanpa ilmu.

Aku menginginkan engkau selalu dihidupku, temani aku dalam galauku,
karena sendiri tanpa segenggam ilmu adalah fana

* * *

Menjadi tua itu sudah ketentuan setiap manusia
Namun hanya kesungguhan yang membuat diri ini menjadi dewasa

* * *

*Jikalau layak kupersembahkan karya tulis ini
Sebagai pengabdian ananda
atas semua kasih sayang Ibunda dan Ayahanda
serta keluarga tercinta
dan seseorang yang menanti setia di ujung perjalanan ini*

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrohmaanirrohiim,

Puji dan syukur kita kepada Allah SWT, Rabb semesta alam dan segala penentu keputusan yang mutlak di dunia ini. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah kepada manusia teladan pilihan Allah, Rosulullah SAW, beserta keluarga, sahabat beserta segenap pengikutnya. Atas izin dan pertolongan-Nya skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Model Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler untuk Mendapatkan Energi Matahari yang Maksimal”** ini dapat terselesaikan.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki sejumlah kekurangan. Oleh karena itu besar harapan penulis bagi para pembaca untuk memberikan saran dan kritik untuk perbaikan kedepannya.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dorongan berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberi dukungannya selama ini. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih dan rasa hormat yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Yth. Bapak Drs. Waslaluiddin, M.T , selaku pembimbing I yang telah memberikan saran, membimbing dan dukungan yang berharga dalam penyelesaian skripsi ini dari awal hingga akhir pembuatan skripsi dengan segala kebaikan dan kepercayaan yang begitu besar kepada penulis.
2. Yth. Bapak Drs. Agus Danawan, M.Si, selaku pembimbing II yang dengan penuh kesabaran membimbing, mengarahkan dan memberikan dukungannya selama penyusunan skripsi ini di tengah kesibukannya.
3. Yth. Bapak Drs. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan masukan dan kemudahan dalam pelaksanaan skripsi ini serta selama penulis melaksanakan perkuliahan.
4. Yth. Bapak Drs. Saeful Karim, M.Si, selaku pembimbing akademik yang dengan penuh kesabaran membimbing dari awal penulis masuk hingga selesai pembuatan skripsi ini. Dan juga senantiasa memberikan motivasi bagi penulis agar dapat menyelesaikan perkuliahan tepat pada waktunya.
5. Yth. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI atas semua ilmu dan nasihat yang diberikan selama penulis kuliah.
6. Ahmad Sumarudin Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UPI yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan pembuatan alat.
7. Seluruh pengarang dan penulis baik buku ataupun web site yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

8. Kekasihku tercinta Andina Pravita yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan, beliau senantiasa dan tak henti-hentinya memberikan motivasi dan semangat kepada penulis serta mendampingi penulis dalam suka maupun duka hingga penulis selesai mengerjakan skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat serta teman-teman tercinta: Acep (onta), Emon, Onye, Dede, Deni Rohendi, Jul, Jay, Walo, Gita, Lely (Onyon), Tuyul, Surya, Yasir, Dila dan seluruh teman-teman Fisika 2003 yang telah memberikan banyak kenangan selama penulis kuliah di Jurusan Fisika FPMIPA UPI.
10. Bapak serta Ibu Kost yang telah memberikan tempat untuk berteduh serta memberi nasihat kepada penulis selama penulis menjalankan perkuliahan di Kota Bandung.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang secara langsung ataupun tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Ucapan spesial saya haturkan kepada keluarga saya sendiri, mamah dan bapak serta adik-adikku tercinta Malta Hunbara dan Tri Gumilang Syah Putra yang telah memberikan doa, dorongan semangat serta kasih sayangnya selama saya kuliah sampai selesai.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis sendiri, umumnya bagi dunia pendidikan.

Bandung, Agustus 2008

Penulis

LAMPIRAN 1

DATASHEET

DT-AVR

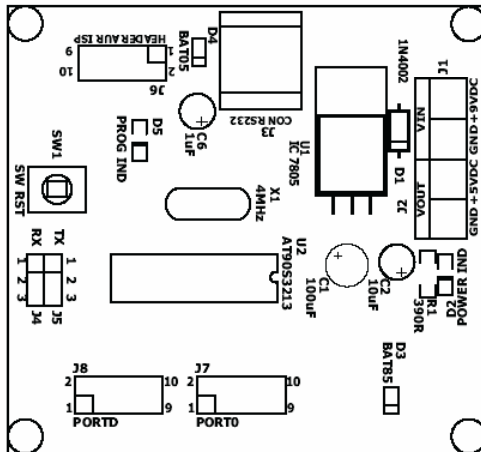
LOW COST NANO SYSTEM

DT-AVR Low Cost Nano System merupakan sebuah modul single chip dengan basis mikrokontroler AVR[®] dan memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi data serial secara UART RS-232 serta pemrograman memori melalui ISP (In-System Programming). Modul ini cocok untuk aplikasi – aplikasi sederhana hingga menengah. Contoh aplikasinya adalah pengendali tampilan LED, pengendali driver motor, komunikasi data antara modul dengan PC, dll.

Spesifikasi Hardware

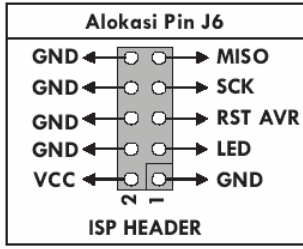
1. Mikrokontroler ATtiny2313 dengan 2 KB Flash Memory, 128 Byte EEPROM, dan 128 Byte SRAM.
2. Mendukung varian AVR[®] dengan 20 pin, antara lain: AT90S1200 dan AT90S2313.
3. Memiliki jalur Input/Output hingga 15 pin.
4. Terdapat Eksternal Brown Out Detector untuk rangkaian reset.
5. LED Programming Indicator.
6. Frekuensi Osilator sebesar 4MHz.
7. Tersedia jalur komunikasi serial dengan konektor RJ11.
8. Tersedia Port untuk Pemrograman secara ISP.
9. Tegangan input Power Supply 9 – 12 VDC dan output tegangan 5 VDC.

Tata Letak dan Setting Jumper

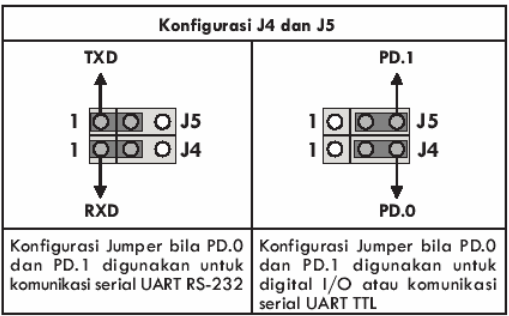


Alokasi Pin J7	Alokasi Pin J8
PB.7 ← → PB.6	RST ← → PD.6
PB.5 ← → PB.4	PD.5 ← → PD.4
PB.3 ← → PB.2	PD.3 ← → PD.2
PB.1 ← → PB.0	*PD.1 ← → PD.0*
VCC ← → GND	VCC ← → GND
Port B	Port D

* Apabila menggunakan komunikasi serial UART RS-232 pada modul, maka PD.1 dan PD.0 tidak dapat digunakan sebagai digital I/O.



Bila ingin menggunakan komunikasi serial, J4 dan J5 harus dikonfigurasi seperti berikut :



Sedangkan hubungan antara komputer dengan Low Cost Nano System secara serial seperti pada tabel di bawah ini.

COM port Komputer DB9	DT-AVR Low Cost Nano System J3	J3 Tampak Depan
RX (pin 2)	RX (pin 5)	5 4 3 2
TX (pin 3)	TX (pin 4)	RX GND TX
GND (pin 5)	GND (pin 3)	

Isi CD

1. CodeVisionAVR versi evaluation.
2. Contoh program untuk Testing I/O dan Serial.
3. Program Tester TESTBOARDN.EXE.
4. Datasheet beberapa Mikrokontroler AVR[®] yang didukung oleh DT-AVR Low Cost Nano System.
5. Manual DT-AVR Low Cost Nano System.
6. Website Innovative Electronics.

Prosedur testing

Program yang telah dituliskan ke dalam ATtiny2313 (avrtest.prj) dapat digunakan untuk testing awal. Program ini akan mengeluarkan gelombang kotak pada semua pin input / output Port B dan Port D kecuali PD.0 dan PD.1 karena difungsikan sebagai jalur komunikasi serial.

Langkah – langkah untuk melakukan pengujian pada port serial adalah sebagai berikut:

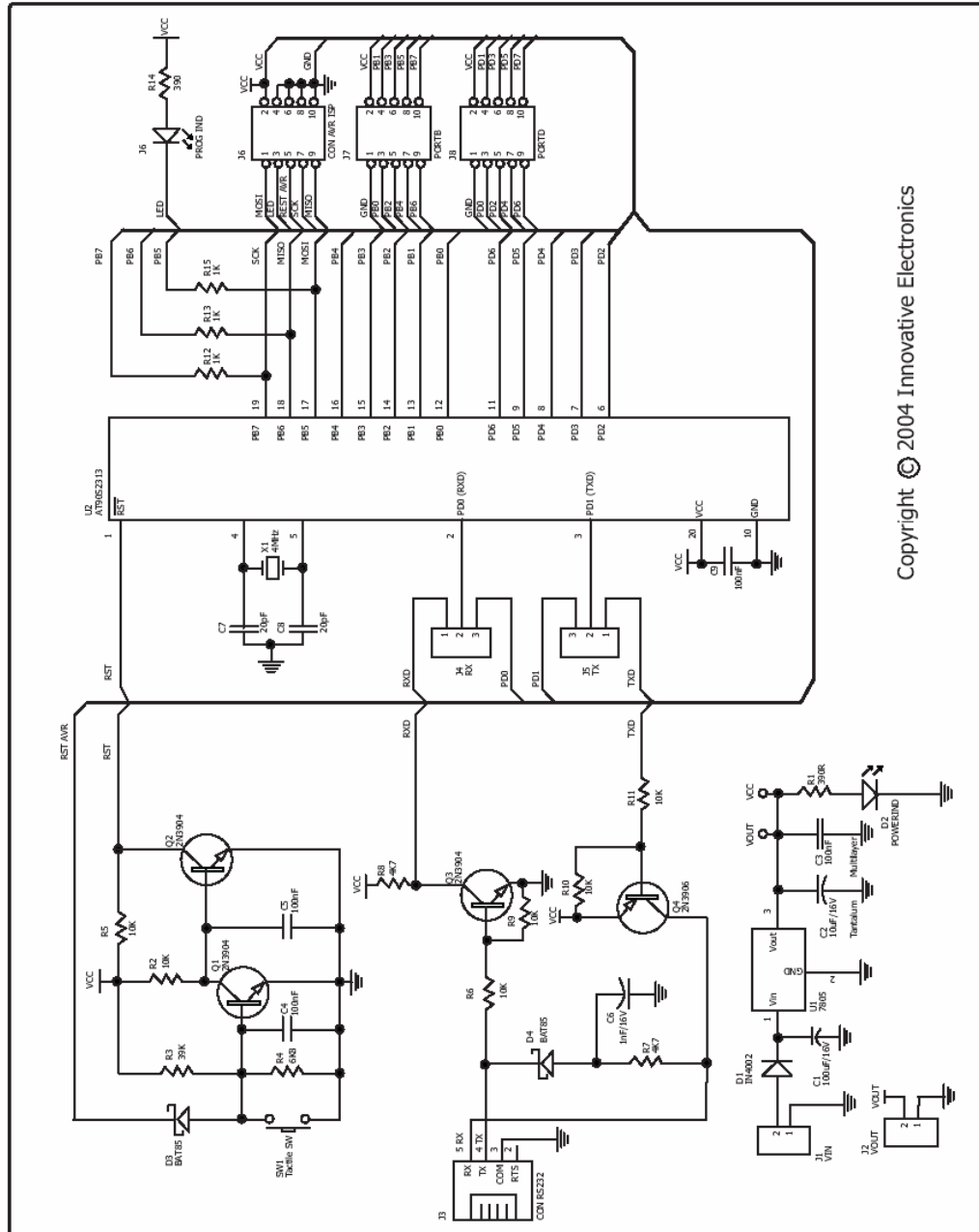
1. Konfigurasi J4 dan J5 pada komunikasi Serial, lalu masukkan tegangan power supply input pada board.
2. Hubungkan konektor DB-9 pada komputer dan RJ11 pada Low Cost Nano System menggunakan kabel serial.
3. Jalankan program TESTBOARDN.EXE. Tentukan COM Port yang akan digunakan. Klik pada tombol **Test Serial**.

Bila komunikasi serial berjalan dengan sukses maka akan tampil data yang dikirim dan diterima (0 = 0, 1 = 1, 2 = 2, dst) dengan warna hijau, serta muncul jendela yang bertuliskan "Success!". Jika gagal pada program akan tampak tulisan Fail dengan warna merah serta tampil jendela berisi "Fail!".

Untuk melihat gelombang kotak yang dihasilkan oleh Port B dan Port D dapat menggunakan osiloskop atau dihubungkan langsung dengan rangkaian LED atau DT-I/O LED LOGIC TESTER sehingga tampak nyala LED yang berkedip.

Trademark & Copyright

- CodeVisionAVR is copyright by Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
- AVR is registered trademark of Atmel.



Copyright © 2004 Innovative Electronics

Features

- Utilizes the AVR[®] RISC Architecture
- AVR – High-performance and Low-power RISC Architecture
 - 120 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
- Data and Non-volatile Program and Data Memories
 - 2K Bytes of In-System Self Programmable Flash
Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - 128 Bytes In-System Programmable EEPROM
Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 128 Bytes Internal SRAM
 - Programming Lock for Flash Program and EEPROM Data Security
- Peripheral Features
 - One 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Modes
 - Four PWM Channels
 - On-chip Analog Comparator
 - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
 - USI – Universal Serial Interface
 - Full Duplex USART
- Special Microcontroller Features
 - debugWIRE On-chip Debugging
 - In-System Programmable via SPI Port
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Low-power Idle, Power-down, and Standby Modes
 - Enhanced Power-on Reset Circuit
 - Programmable Brown-out Detection Circuit
 - Internal Calibrated Oscillator
- I/O and Packages
 - 18 Programmable I/O Lines
 - 20-pin PDIP, 20-pin SOIC, and 32-pin MLF
- Operating Voltages
 - 1.8 - 5.5V (ATtiny2313)
- Speed Grades
 - ATtiny2313V: 0 - 2 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 8 MHz @ 2.4 - 5.5V
 - ATtiny2313: 0 - 8 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 16 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption Estimates
 - Active Mode
 - 1 MHz, 1.8V: 300 μ A
 - 32 kHz, 1.8V: 20 μ A (including oscillator)
 - Power-down Mode
 - < 0.2 μ A at 1.8V



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 2K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

ATtiny2313/V

Preliminary

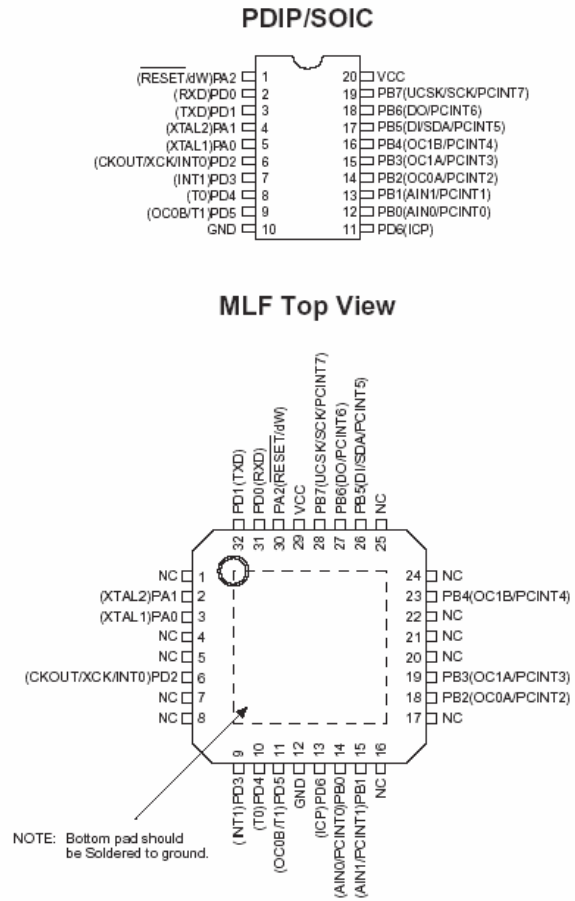
Rev. 2543C-AVR-12/03





Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATtiny2313



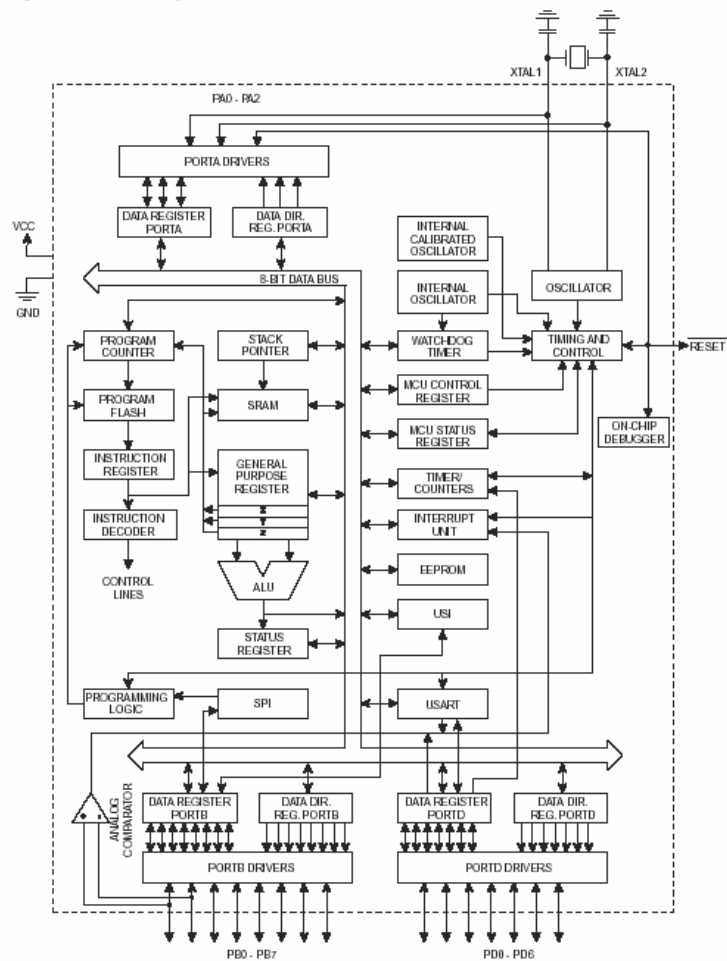
ATtiny2313/V

Overview

The ATtiny2313 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 ATtiny2313 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram





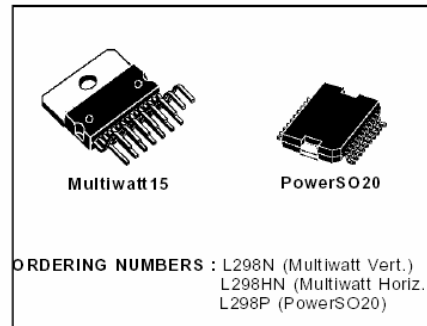
L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

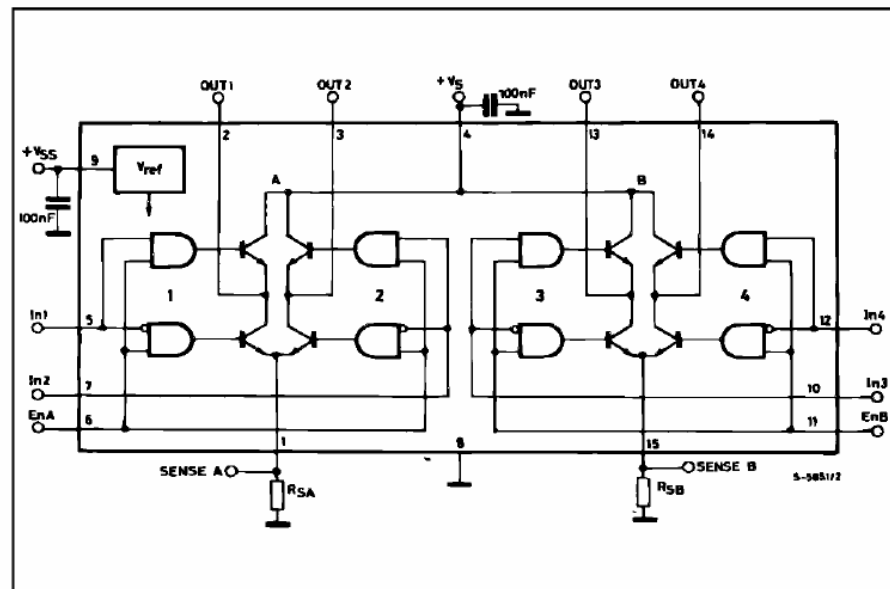
DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the con-

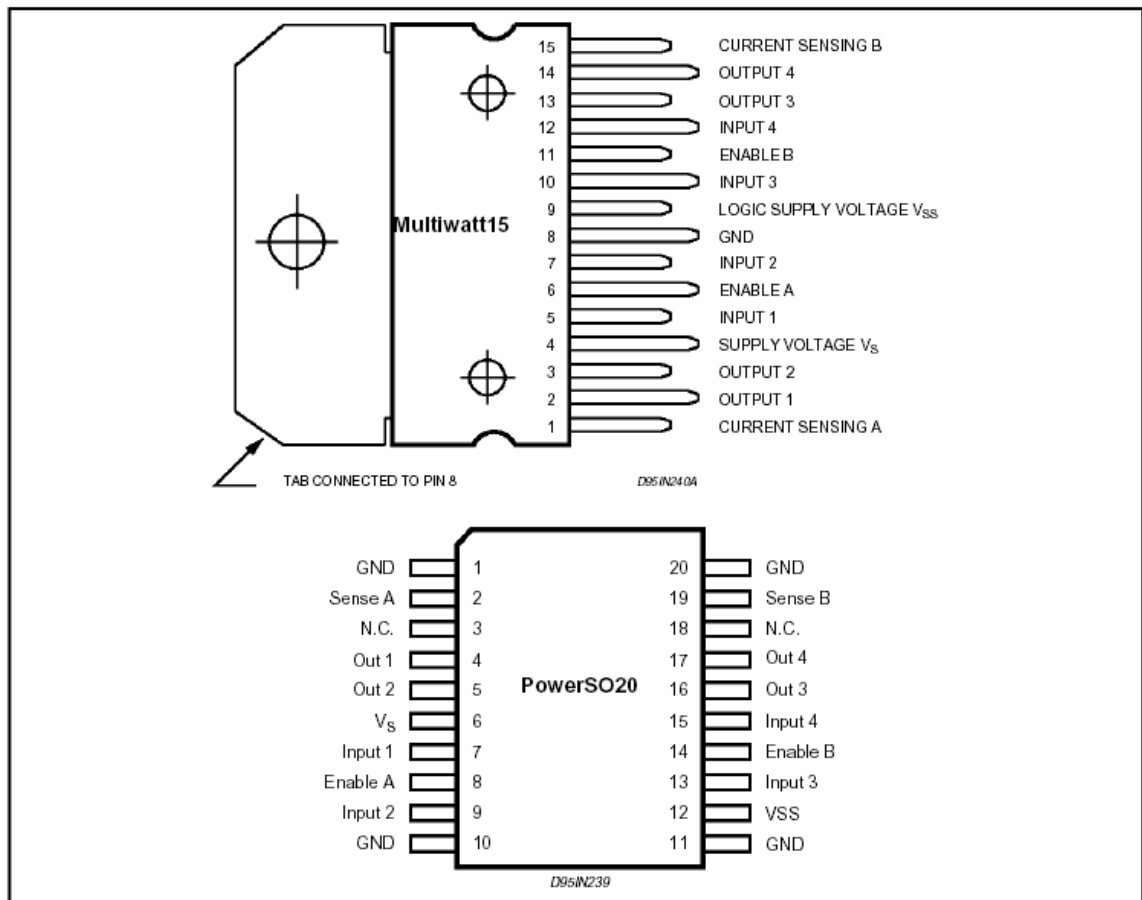


nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM

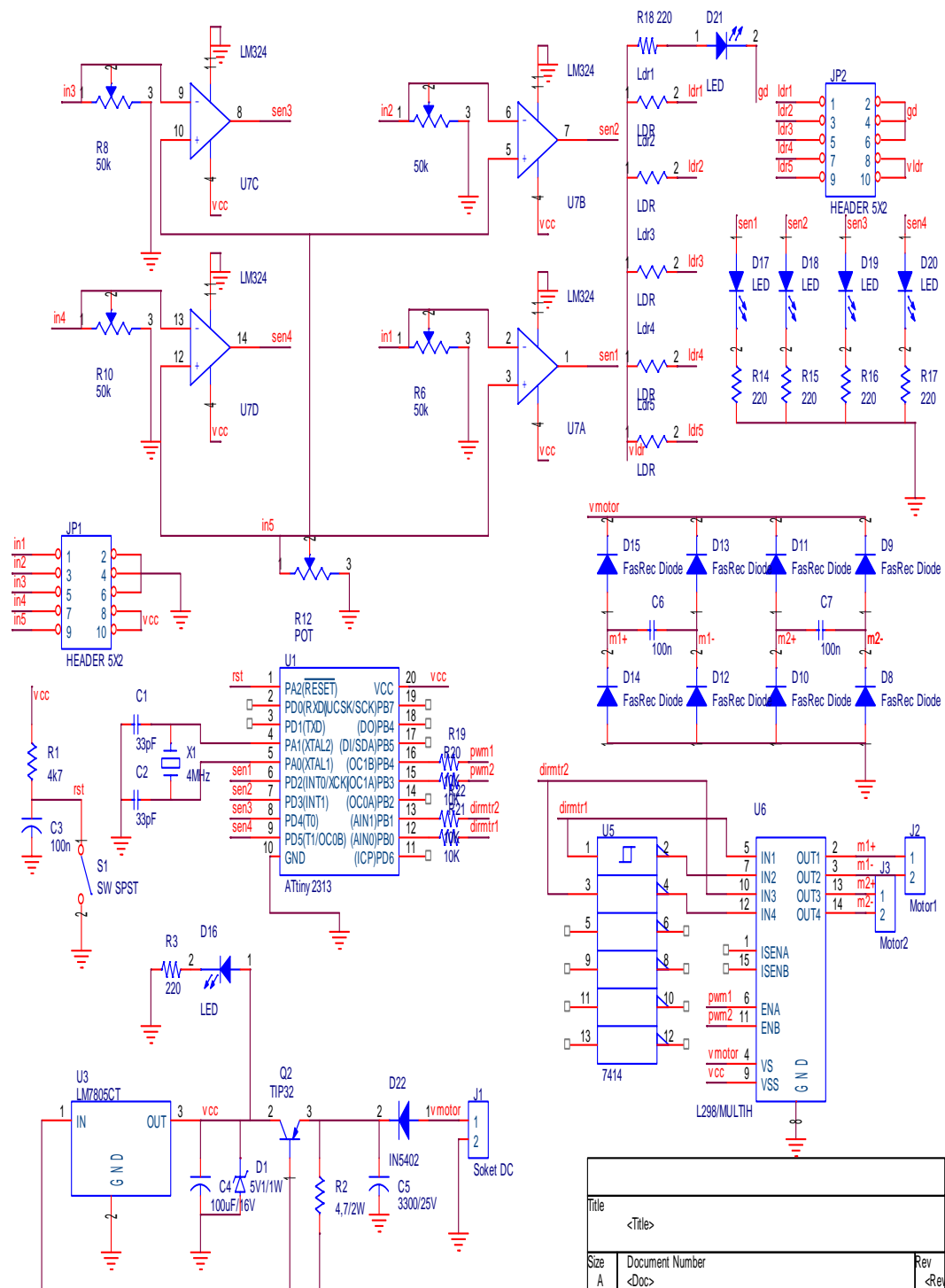


PIN CONNECTIONS (top view)



LAMPIRAN 2
RANGKAIAN SISTEM *SOLAR*
TRACKER

Rangkaian lengkap sistem solar tracker



Title		
<Title>		
Size	Document Number	Rev
A	<Doc>	<Rev Code>
Date:	Sunday, July 06, 2008	Sheet 1 of 1

LAMPIRAN 3
DATA PERCOBAAN

Pengujian Sensor Peka Cahaya

Data Hasil Pengujian Resistansi LDR Sebelum Disinari

No	LDR Belakang (K Ω)	LDR Depan (K Ω)	LDR Kiri (K Ω)	LDR kanan (K Ω)	LDR tengah (K Ω)
1.	45	46	45	45	43
2.	47	44	46	46	45
3.	44	45	45	45	46
4.	42	44	41	43	45
5.	43	43	44	44	43
6.	45	44	45	45	45
7.	45	45	44	46	43
8.	45	44	45	45	45
9.	45	45	45	45	45
10.	46	45	46	45	45
RATA2	44.7	44.5	44.6	44.9	44.5

Data Hasil Pengujian Resistansi LDR Setelah Disinari

No	LDR Belakang (K Ω)	LDR Depan (K Ω)	LDR Kiri (K Ω)	LDR kanan (K Ω)	LDR tengah (K Ω)
1.	0.9	0.8	0.8	0.8	1
2.	1.1	1	1.2	1.1	0.9
3.	1.2	1.1	1.1	0.9	1.2
4.	1	0.9	1	0.9	0.9
5.	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8
6.	1	1.1	1.1	0.9	0.8
7.	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
8.	1	1	1.1	0.9	1
9.	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9
10.	1	1.1	1.1	1	1.1
RATA2	0.98	0.96	0.99	0.9	0.95

Data Hasil Pengujian Tegangan LDR Sebelum Disinari

No	LDR Belakang (V)	LDR Depan (V)	LDR Kiri (V)	LDR kanan (V)	LDR tengah (V)
1.	0.47	0.49	0.49	0.48	0.49
2.	0.51	0.49	0.52	0.50	0.50
3.	0.50	0.51	0.50	0.49	0.49
4.	0.51	0.52	0.52	0.51	0.52
5.	0.50	0.51	0.51	0.50	0.51
6.	0.51	0.50	0.50	0.49	0.50
7.	0.50	0.49	0.48	0.48	0.48
8.	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49
9.	0.49	0.51	0.51	0.51	0.50
10.	0.48	0.49	0.49	0.49	0.49
RATA2	0.495	0.499	0.501	0.494	0.497

Data Hasil Pengujian Tegangan LDR Setelah Disinari

No	LDR Belakang (V)	LDR Depan (V)	LDR Kiri (V)	LDR kanan (V)	LDR tengah (V)
1.	4	4.1	4.2	4.1	4
2.	4.1	4.2	4.1	4.1	4
3.	4.1	4.1	4.2	4.2	4.1
4.	4	4.1	4.1	4	4.1
5.	4	4	4.1	4	4.1
6.	4.1	4	4	4.1	4.2
7.	4.2	4.1	4	4	4
8.	4	4	4.1	4.1	4.2
9.	4	4	4	4	4.1
10.	4.1	4.1	4	4.1	4
RATA2	4.06	4.07	4.08	4.07	4.08

LAMPIRAN 4
BAHASA PEMROGRAMAN

BAHASA PEMROGRAMAN

/******

*This program was produced by the
CodeWizardAVR V1.25.6 Professional
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2007 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>*

*Project : solar tracer
Version :
Date : 7/14/2008
Author : Witna
Company : Fisika 03
Comments:*

*Chip type : ATtiny2313
Clock frequency : 4.000000 MHz
Memory model : Tiny
External SRAM size : 0
Data Stack size : 32*

*****/

```
#include <tiny2313.h>
#include <delay.h>
#define motor_vertikal OCR1A //inisialisasi pin-pin untuk motor
#define arah_motor_vertikal PORTB.0 //KANAN
#define motor_horizontal OCR1B
#define arah_motor_horizontal PORTB.1 //KIRI ARAH L298
#define cahaya_depan PIND.2 //inisialisasi pin-pin sensor
#define cahaya_kanan PIND.5
#define cahaya_belakang PIND.3
#define cahaya_kiri PIND.4
#define cw 0 //searah jarum jam
#define ccw 1 //berbalik arah jarum jam
//#define pulsa_pembanding PINB.4
//inisialisasi konstanta counter untuk PWM (pulse wide modulation)
// Declare your global variables here

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

// Crystal Oscillator division factor: 1
#pragma optsize-
```

```
CLKPR=0x80;
CLKPR=0x00;
#ifdef _OPTIMIZE_SIZE_
#pragma optsize+
#endif

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func2=In Func1=In Func0=In
// State2=T State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out
// Func1=Out Func0=Out
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0 State1=0 State0=0
PORTB=0x00;
DDRB=0xFF;

// Port D initialization
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
PORTD=0x7F;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC0A output: Disconnected
// OC0B output: Disconnected
TCCR0A=0x00;
TCCR0B=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0A=0x00;
OCR0B=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 4000.000 kHz
// Mode: Ph. correct PWM top=00FFh
// OC1A output: Non-Inv.
// OC1B output: Non-Inv.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
```

```

// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0xA1;
TCCR1B=0x01;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// Interrupt on any change on pins PCINT0-7: Off
GIMSK=0x00;
MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// Universal Serial Interface initialization
// Mode: Disabled
// Clock source: Register & Counter=no clk.
// USI Counter Overflow Interrupt: Off
USICR=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
PORTB=0x00;
motor_horizontal=0;
motor_vertikal=0;
while (1)
{
    // Place your code here

if
(cahaya_depan==1&&cahaya_belakang==1&&cahaya_kanan==1&&cahaya_kiri
==1) {
motor_horizontal=0;

```

```

motor_vertikal=0;};
if (cahaya_depan==0) {
    motor_vertikal=200;arah_motor_vertikal=cw;
    for(;;)
        {if (cahaya_depan==1){delay_ms(400);break;}}
    }
motor_horizontal=0;
motor_vertikal=0;
    if (cahaya_belakang==0) {
        motor_vertikal=200;arah_motor_vertikal=ccw;
        for(;;)
            {if (cahaya_belakang==1){delay_ms(400);break;}}
    }
motor_horizontal=0;
motor_vertikal=0;
    if (cahaya_kanan==0) {
        motor_horizontal=200;arah_motor_horizontal=ccw;
        for(;;)
            {if (cahaya_kanan==1){delay_ms(300);break;}}
    }
motor_horizontal=0;
motor_vertikal=0;
    if (cahaya_kiri==0) {
        motor_horizontal=200;arah_motor_horizontal=cw;
        for(;;)
            {if (cahaya_kiri==1){delay_ms(300);break;}}
    }
motor_horizontal=0;
motor_vertikal=0;
    };
}

```

RIWAYAT HIDUP

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Witna Permadi, biasa dipanggil Witna. Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 12 Juli 1985. Penulis merupakan putra pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Syarif Hidayat dan Sri Mulyati yang tinggal di Pondok Labu, Jakarta.

Pendidikan formal yang ditempuh berawal dari TK Pertiwi Jakarta tahun 1990. Kemudian penulis melanjutkan ke SD Negeri 08 Jakarta pada tahun 1991 dan lulus pada tahun 1997. Pada tahun 1997, penulis melanjutkan ke SLTP Negeri 68 Jakarta dan lulus pada tahun 2000. Penulis melanjutkan studi ke SMA Negeri 66 Jakarta pada tahun 2000 dan berhasil lulus pada tahun 2003. Kemudian penulis melanjutkan studi ke Jurusan Pendidikan Fisika Program Studi Fisika Universitas Pendidikan Indonesia dan menyelesaikan studi pada tahun 2008.

RANCANG BANGUN MODEL *SOLAR TRACKER* BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MENDAPATKAN ENERGI MATAHARI YANG MAKSIMAL

Oleh

Witna Permadi (032459)

Pembimbing I : Drs. Waslaluddin, M.T.

Pembimbing II : Drs. Agus Danawan, M.Si.

ABSTRAK

Penelitian ini berjudul “*Rancang Bangun Model Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler untuk Mendapatkan Energi Matahari yang Maksimal*”. Tujuan penelitian membuat model sistem instrumentasi *solar tracker* berbasis mikrokontroler sebagai pengendali untuk mendapatkan energi maksimal. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler AVR seri ATtiny2313, dengan L298 sebagai *driver* motor DC. Untuk mendapatkan energi matahari maksimal posisi *solar tracker* harus tegak lurus dengan arah datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi. Untuk dapat merealisasikan sistem tersebut dibutuhkan beberapa sensor peka cahaya yang mendeteksi arah datangnya cahaya dari beberapa sudut. Sudut yang paling kuat dari sensor peka cahaya tersebut diasumsikan sebagai sudut fokus arah datangnya sinar matahari yang memiliki intensitas tinggi, sehingga sudut dengan fokus terkuat yang akan diikuti oleh pergerakan *solar tracker*. Sebagai sensor peka cahaya digunakan lima buah sensor peka cahaya (LDR), empat buah diantaranya diletakkan pada kondisi keempat penjuru mata-angin dan sebuah lagi ditempatkan ditengah-tengahnya sebagai pembanding dari masing-masing fokus yang diterima oleh LDR terkuat. Kepekaan paling kuat dari LDR akan diikuti oleh pergerakan *solar cell* hingga terdapat nilai kepekaan yang sama antara salah satu LDR yang diikuti tersebut dengan LDR yang ditengah sebagai pembandingnya. Dengan kondisi ini maka *solar cell* akan selalu mendapatkan sinar matahari secara optimal disepanjang hari.

Kata kunci: *Solar Tracker*, *Solar Cell*, Mikrokontroler, LDR, *Driver Motor* DC