

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini akan membahas teori-teori yang akan dipakai untuk menunjang dalam pembuatan proyek akhir ini, yang akan dibahas adalah teori api dan kebakaran, adaptor, sensor api, mikrokontroler ATmega328P-PU, *GSM Module* SIM900A, SMS (*Sort Message Service*) beserta pengkodeannya dan komponen-komponen pendukungnya. Serta tidak lupa akan dibahas juga cara-cara pemakaian dan pemasangannya.

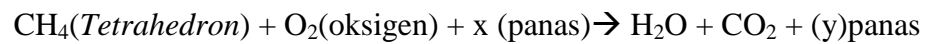
2.1 Teori Api dan Kebakaran

2.1.1 Definisi Api

Api didefinisikan sebagai terjadinya reaksi kimia atau oksidasi yang berlangsung secara cepat terbentuk dari adanya 3 unsur pendukung yang disebut segitiga api yaitu: panas, oksigen, dan bahan bakar dalam satu tempat.

Dengan adanya segitiga api maka terjadilah proses terbentuknya api, akan tetapi apabila hanya terdapat 3 elemen tersebut maka kebakaran tidak akan terjadi melainkan hanya api pijar saja.

Pembakaran dapat terjadi apabila terdapat elemen keempat yaitu rantai reaksi kimia atau *Chemical chain reaction* dikenal juga sebagai *Tetrahedron*. Adapun reaksi tersebut sebagai berikut:



2.1.2 Klasifikasi Kebakaran

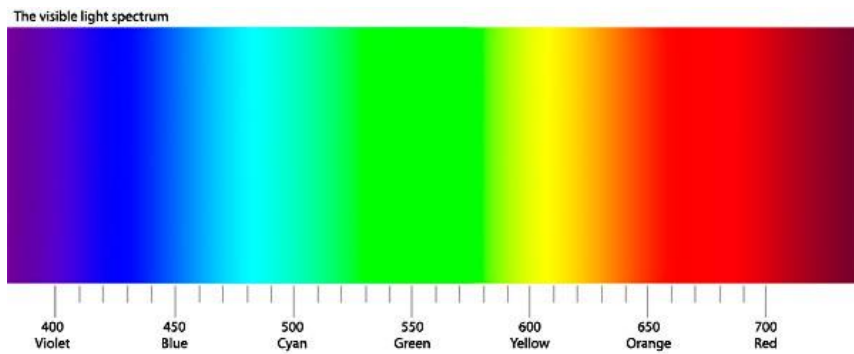
Kebakaran adalah terjadinya penyebaran dan pembesaran api yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan, adapun kebakaran dapat diklasifikasikan menjadi 4 menurut penyebab terjadinya kebakaran, kebakaran dapat diklarifikasikan sebagai berikut:

1. Kelas A: Kebakaran yang disebabkan terbakarnya bahan bakar yang berupa benda padat seperti: kayu, kain, karet, plastik..
2. Kelas B: kebakaran yang disebabkan terbakarnya bahan bakar yang berupa benda cair seperti: minyak atau spirtus.
3. Kelas C: kebakaran yang disebabkan kegagalan fungsi atau *malfunction* pada peralatan listrik.
4. Kelas D: kebakaran yang disebabkan terbakarnya bahan bakar berupa logam seperti: besi, seng, alumuniam, titanium.

1.1.3 Klasifikasi Api Berdasarkan Warna

Warna yang dihasilkan oleh api merupakan hasil dari perbedaan suhu dan juga bahan bakarnya. Sebagaimana urutan pada spectrum warna sebagai berikut:

Cokelat-Merah-Jingga-Kuning-Hijau-Biru-Ungu-Kelabu-Putih



Gambar.2.1 Spektrum Warna

Sumber: www.pinterest.com/rosegonella/electromagnetic-spektrum/

Dimana urutan tersebut merupakan pancaran panjang gelombang yang dihasilkan masing-masing warna, semakin ke kiri maka panjang gelombangnya semakin besar namun energi yang dihasilkan semakin kecil. Seperti halnya pada api, api dengan warna dengan panjang gelombang yang lebih panjang berarti suhunya semakin rendah, contoh api dengan warna merah suhunya lebih rendah dibandingkan dengan api dengan warna putih.

1. Api Merah

Api berwarna merah merupakan api dengan suhu dibawah 1000°C dan memiliki panjang gelombang spektrum cahaya berkisar 700-950 nm. Api ini biasa terdapat dalam kehidupan sehari-hari seperti api hasil pembakaran kayu, lilin, dan korek api. Pembakaran oleh api merah juga disebut pembakaran kurang sempurna karena masih menyisakan karbon dalam bentuk asap, arang, dan jelaga.

2. Api Biru

Api berwarna biru merupakan api dengan suhu diantara $1000-2000^{\circ}$ Celcius dan memiliki panjang gelombang spektrum cahaya berkisar $450-500$ nm. Api ini biasa terdapat pada kompor berbahan bakar gas, api biru merupakan api yang dapat melakukan pembakaran sempurna tanpa menyisakan karbon dalam bentuk asap, arang, maupun jelaga.

3. Api Putih

Api berwarna putih merupakan api dengan suhu terpanas yang ada di bumi dengan suhu diatas 2000° Celcius dan memiliki panjang gelombang spektrum cahaya 0 nm. Merupakan api yang biasa digunakan pada pabrik-pabrik industri untuk meleburkan bahan baku logam.

2.2 Mikrokontroler Arduino UNO ATmega328P-PU



Gambar.2.2Arduino UNO ATmega328P-PU

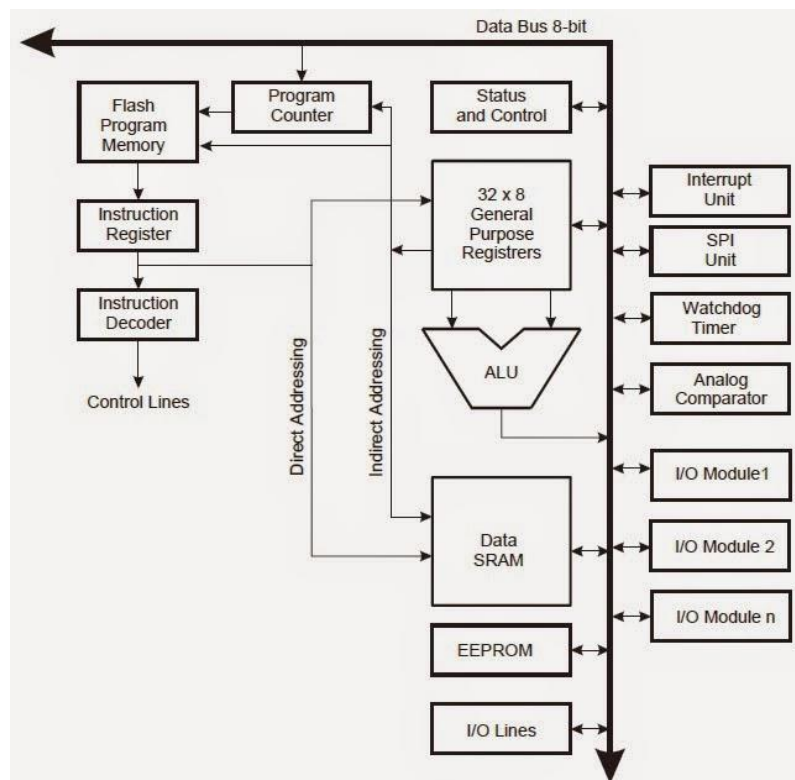
Mikrokontroler adalah teknologi mutakhir dari mikroprosesor dan mikrokomputer. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor yang berisikan transistor dengan jumlah lebih banyak dan berukuran lebih kecil dan mudah dibawa, serta dapat diproduksi secara dalam jumlah banyak dengan biaya produksi yang lebih murah membuat harga menjadi lebih terjangkau (dibandingkan mikroprosesor). Mikrokontroler sendiri merupakan komponen elektronika yang merupakan gabungan dari piranti-piranti tambahan kedalam mikrokomputer menjadi satu piranti yang disebut *chip IC*. Gabungan dari piranti-piranti ini dapat memuat unit pemroses data pusat (CPU), dua unit memori yaitu ROM dan RAM, port I/O, dan ditambah beberapa fasilitas seperti pewaktu, pencacah, dan layanan kontrol interupsi.

Mikrokontroler diciptakan untuk memenuhi kebutuhan akan efektivitas pengendalian sistem. Penggunaan mikrokontroler dapat menambah efektivitas tersebut, dapat dilihat dari berkurangnya beban daya listrik yang dikonsumsi dan dari biaya operasional yang relatif lebih rendah. Mikrokontroler juga dapat digunakan untuk mengendalikan sistem yang lebih spesifik atau sistem yang pengendaliannya tidak terlalu rumit.

Mikrokontroler memiliki arsitektur berupa RISC 8 bit dan instruksi lain yang dikemas dalam satu kode 16 bit dan dieksekusi dalam satu siklus detak, sedangkan dengan instruksi MCS51 dieksekusi dalam 12 siklus detak. Hal ini disebabkan karena arsitektur kedua mikrokontroler tersebut berbeda. AVR menggunakan teknologi *Reduced Instruction Set Computing* (RISC), sedangkan MCS51 menggunakan teknologi *Complex Instruction Set Computing* (CISC).

Pada umumnya, AVR dikelompokkan menjadi 4, yaitu *Attiny*, AT90RFxx, ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya pembeda dari masing-masing jenis adalah memori, peripheral dan fungsi. Sedangkan dilihat dari segi arsitektur dan instruksi masing-masing hampir sama.

2.2.1 Arsitektur ATmega328P-PU

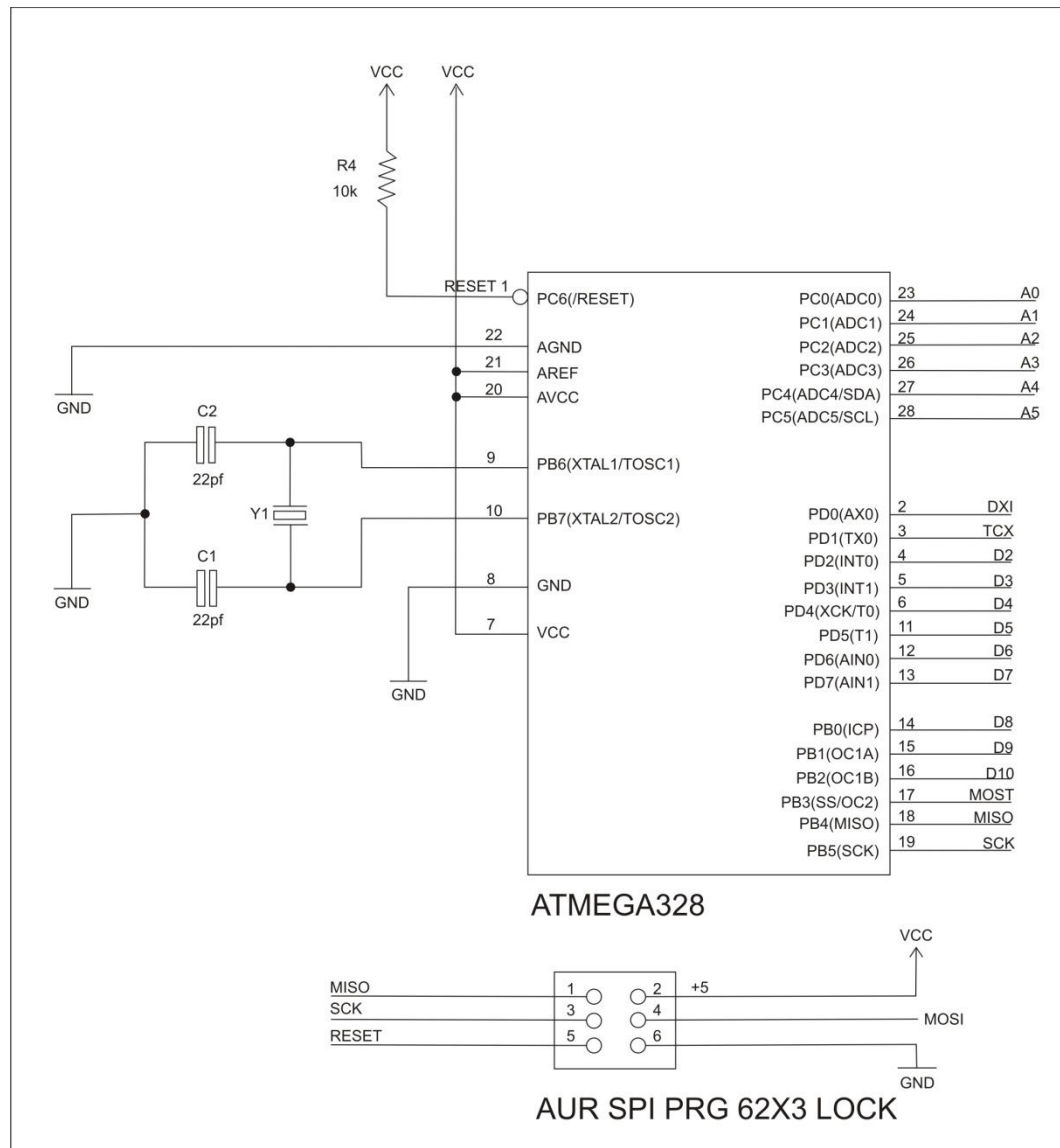


Gambar 2.3 Diagram Blok ATmega328P-PU

Sumber: Atmel ATmega328/P DATASHEET

1. Terdapat 130 jenis instruksi yang semuanya dieksekusi dalam satu siklus detak atau *clock*.
2. Terdapat 32 pin 8 bit register yang serba guna.
3. Dapat mencapai kecepatan 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
4. Menggunakan 2 KB *flash memory* untuk *bootloader* pada Arduino 32 KB *flash memory* yang memiliki *bootloader*.
5. Memiliki *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* atau EEPROM sebesar 1KB sebagai penyimpanan data semi permanen dikarenakan EEPROM masih dapat menyimpan data meskipun dalam kondisi tanpa sumber daya.
6. Memiliki *Static Random Access Memory* atau SRAM sebesar 2 KB.
7. Memiliki 14 pin I/O digital dan 6 diantaranya merupakan *Pulse Width Modulation* atau PWM output.
8. Master/ *slave SPI serial interface*.
9. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
10. Unit interupsi eksternal.
11. Komparator analog antarmuka.
12. Port USART serial.
13. Serial TWI.

2.2.2 Konfigurasi Pin ATmega 328P-PU



Gambar.2.4 pin ATmega328P-PU

Konfigurasi pin ATmega328P-PU dapat dijelaskan berdasarkan fungsinya konfigurasi pin ATmega328P-PU sebagai berikut:

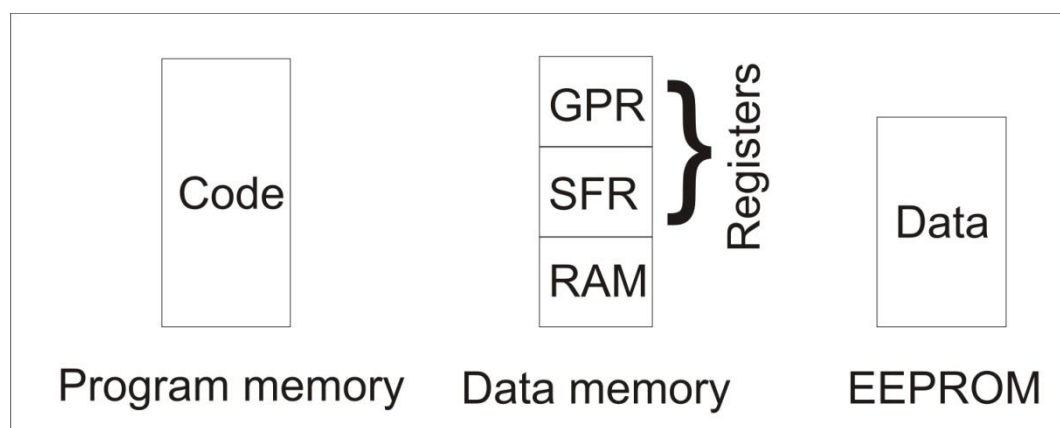
1. VCC merupakan pin yang digunakan sebagai input catu daya.
2. GND merupakan pin untuk *ground*.

3. Port A 0-7 merupakan pin I/O dua arah sebagai input ADC.
4. Port D 0-7 merupakan pin I/O dua arah sebagai pin dengan fungsi khusus komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
5. EXTAL1 dan EXTAL2 merupakan pin sebagai input detak eksternal.
6. RESET merupakan pin yang berfungsi sebagai pengatur ulang mikrokontroler.
7. AVCC merupakan pin input tegangan untuk ADC.
8. AREF merupakan pin input tegangan untuk ADC.

2.2.3 Peta Memori

Memori pada AVR dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

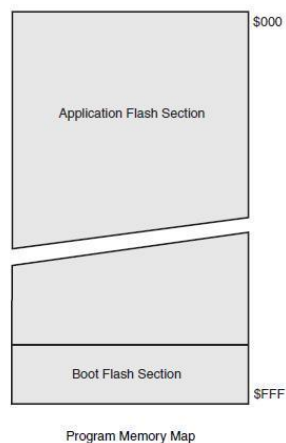
1. Program memori.
2. Data Memori (GPR (register umum), SFR (register khusus), RAM dan EEPROM)



Gambar 2.5 Memori AVR

2.2.3.1 Program Memory

ATMega328P-PU memiliki *On-chip in-system Reprogramable Flash Memory* sebagai penyimpan program. Untuk pengaman, program memori dibagi menjadi dua yaitu *Boot Flash Section* dan *Application Flash Section*. *Boot Flash Section* digunakan sebagai penyimpan program *Bootloader*, yaitu program yang dijalankan saat AVR reset atau pertama diaktifkan. *Application Flash Section* digunakan sebagai penyimpan program aplikasi yang dibuat user. AVR tidak dapat menjalankan program aplikasi sebelum menjalankan program *Bootloader*.



Gambar.2.6 Peta Program Memori

Sumber: Atmel ATMega328/P Datasheet

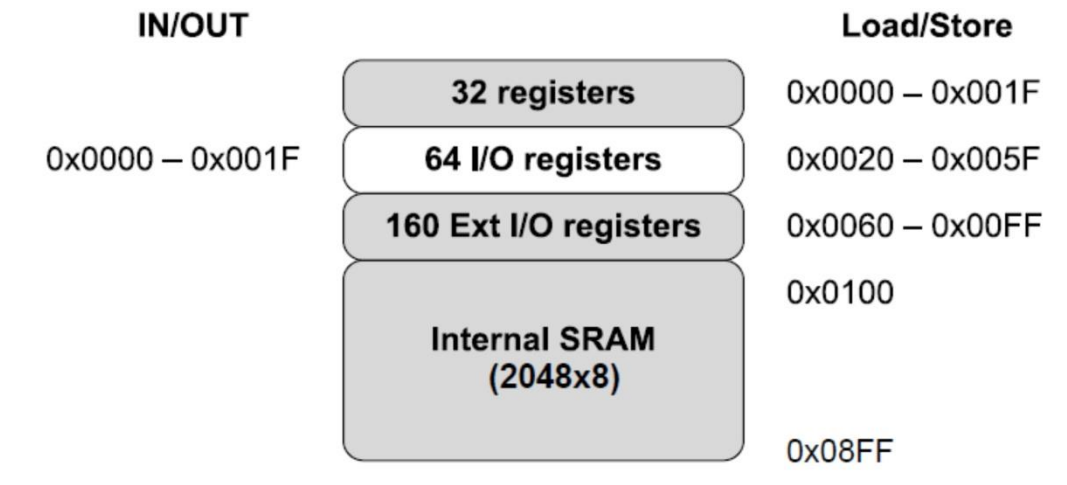
2.2.3.2 Data Memory

Data Memori AVR di alokasikan untuk :

1. Register File (GPR, *general purpose reg*), terdiri dari 32 register.

2. I/O register (SFR, *special purpose reg*) terdiri dari 64 register.

3. Internal data SRAM.



Gambar.2.7Memori Data

Sumber: Atmel ATMega328/P Datasheet

2.2.4 *General Purpose Register (GPR)*

AVR mempunyai 32 register untuk menyimpan data sementara register tersebut adalah R0 sampai R31 berada di lokasi memory terendah (00H~1FH). Register ini berlaku seperti register *Accumulator* pada mikroprosesor lain. Register ini digunakan untuk operasi logika dan aritmatik.

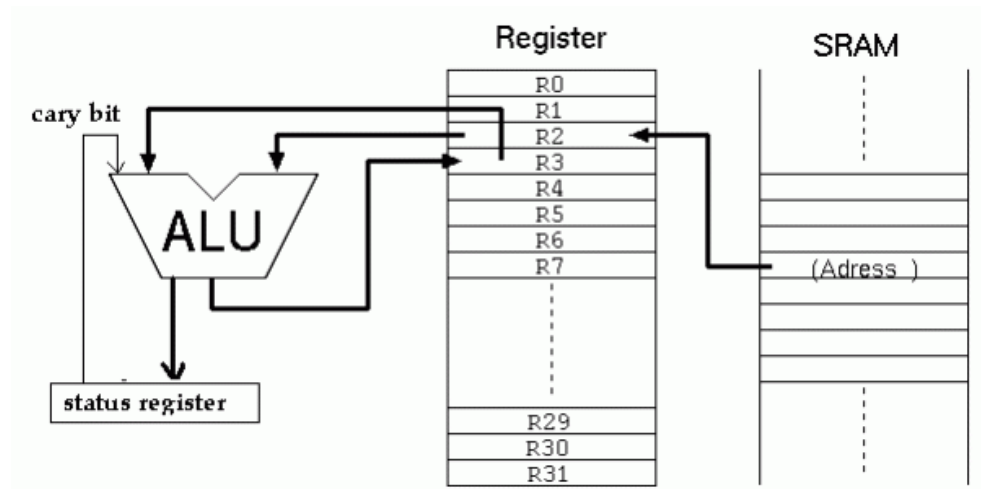
2.2.5 IO Register (SFR)

Dialokasikan untuk register-register fungsi khusus seperti register untuk Timer, ADC, IO port, UART, dll. Contoh register dilokasi ini: DDRA, DDRB, PORTA, PINA, UCSRA dll.

2.2.6 General Purpose RAM

RAM adalah tempat menyimpan data umum yang tidak bisa langsung diakses oleh CPU, tapi harus melalui register.

Perlu diingat bahwa kita tidak bisa menyalin sebuah nilai langsung ke I/O register atau RAM harus melalui register.

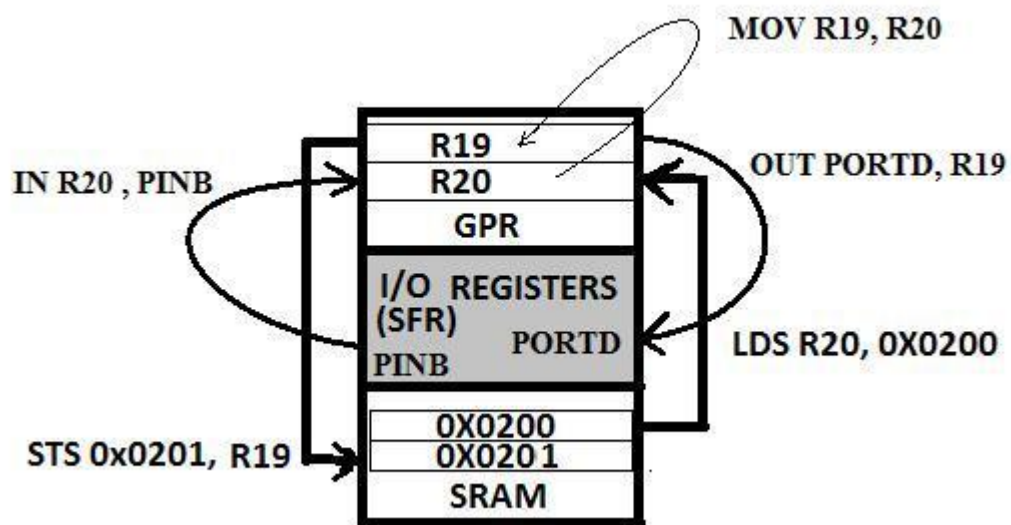


Gambar.2.8 SRAM

Sumber: Atmel ATMega328/P Datasheet

Perpindahan data di antara Data memori (GPR-SFR-SRAM) dan Instruksinya antara lain:

- SRAM ke GPR : LDS
- GPR ke SRAM : STS
- SFR ke SRAM : none
- SRAM ke SFR : none
- SRAM ke SRAM : none
- GPR ke GPR : MOV
- SFR ke GPR : IN
- GPR ke SFR : OUT



Gambar.2.9 Instruksi perpindahan data memori

Sumber: Atmel ATmega328/P Datasheet

Perintah untuk mengakses RAM adalah LDS dan STS, contoh :

STS0x0060, R1 isi dari register R1 di copy ke lokasi 0x0060 di SRAM
LDS R1, 0x0060

Isi SRAM alamat 0x0060 di copy ke register.

Contoh penjumlahan 2 bilangan dilokasi memory, step yang akan dilalui sbb:

1. Bilangan pertama dicopy dari RAM ke R3
2. Bilangan ke dua di copy dari RAM ke R2
3. ALU akan menjumlahkan R2 dan R3,
4. Hasil disimpan ke R3 dan di copy ke RAM.

2.2.7 EEPROM Data Memory

ATMega328P-PU memiliki EEPROM sebesar 512 byte untuk penyimpanan data **Nonvolatile** artinya jika power off data tidak hilang. Penempatan lokasinya terpisah dengan *system address register*.

Beberapa register khusus untuk mengakses EEPROM yaitu :

1. EEADRH dan EEADRL = register menyimpan alamat EEPROM tujuan

2. EEDR = data yang akan disimpan ke EEPROM di copy ke register ini.
3. EECR = register untuk pengontrolan menulis dan membaca. yang digunakan cuma bit 3~ bit 0:
 - Bit 3 atau EERIE: EEPROM *Ready Interrupt Enable*
 - Bit 2 atau EEMWE: EEPROM *Master Write Enable*
 - Bit 1 atau EEWE: EEPROM *Write Enable*
 - Bit 0 atau EERE: EEPROM *Read Enable*

2.2.8 Register Status

Status Register adalah register yang memberikan informasi hasil dari eksekusi instruksi arimatika. Informasi tersebut digunakan untuk mencari alternatif alur program agar sesuai kondisi yang diperlukan.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	I	T	H	S	V	N	Z	C
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar.2.10 Register Status

Sumber: Atmel ATMega328/P Datasheet

Bit 7-1 : *Global Copy Enable*

Jika bit pada *Global Copy Enable* di set, maka dapat dijalankan fasilitas interupsi. Bit ini akan menjadi *clear* ketika ada *interrupt* yang dipici oleh

hardware, setelah program *Interrupt* dieksekusi, maka bit tersebut harus di set kembali menggunakan instruksi SEI.

Bit 6-T : *Bit Copy Storage*

Instruksi bit *copy* pada BLD dan BST menggunakan bit T sebagai sumber dan tujuan dalam operasi.

Bit 5-H : *Half Carry Flag*

Bit 4-S : *Sign Bit*

Bit S adalah hasil eksklusif dari *Negative Flag N* dan *Two's Complement Overflow Flag V*.

Bit 3-V : *Two's Complement Overflow Flag*

Bit ini biasa digunakan dalam operasi aritmatika.

Bit 2-N : *Negative Flag*

Apabila operasi aritmatika menghasilkan nilai negatif, maka bit ini akan set.

Bit 1-Z : *Zero Flag*

Apabila operasi aritmatika menghasilkan nilai 0, maka bit ini akan set.

2.2.9 *Stack Pointer*

Stack Pointer adalah suatu bagian dari AVR yang digunakan untuk menyimpan data sementara, *local variable*, dan alamat kembali dari suatu interupsi atau subrutin. *Stack Pointer* diwujudkan sebagai dua unit register yaitu SPH dan SPL. Pada awal muka keduanya bernilai 0, sehingga perlu diinisialisasikan terlebih dahulu jika diperlukan.

2.2.10 Port Serial ATmega328P-PU

Jika pada port paralel data dikirim secara paralel, maka pada serial port data dikirim secara serial. Lebih praktis karena hanya memerlukan 3 jalur, pin RXD (PD.0), TXD (PD.1) dan *ground*. Mode operasi komunikasi serial pada ATmega328P-PU adalah sinkron dan asinkron.

Sistem USART ATmega328P-PU memiliki keuntungan dibandingkan dengan menggunakan sistem UART diantaranya:

1. Operasi *full duplex*
2. Mode operasi sinkron dan asinkron
3. Mendukung komunikasi multiprosesor
4. Mode kecepatan transmisi ber-orde Mbps

2.2.11 ADC (*Analog Digital Converter*)

ADC merupakan pengubah atau pengkonversi sinyal dari sinyal analog ke digital, agar sinyal tersebut mampu dibaca sebagai data, sehingga mudah mengolah data tersebut didalam perangkat digital.

1. Arsitektur ADC ATmega328P-PU

Pada mikrokontroler Arduino Uno jenis ATmega328P-PU memiliki 6 channel analog multiplexer. Keenam pin analog tersebut akan dimultipleksing dan berujung pada 10-bit ADC. Multiplexer adalah komponen yang bertugas untuk memilih salah satu dari sekian banyak input. Dengan demikian, jika kita menggunakan pin ADC lebih dari satu seperti menggunakan A0 dan A1 pada waktu bersamaan, Maka sinyal pada pin A0 akan dikonversi terlebih dahulu kemudian mengkonversi sinyal A1 setelah konversi pada A0 selesai dilaksanakan.

Mikrokontroler jenis ini memiliki resolusi 10-bit, yang berarti didalamnya terdapat $2^{10} = 1024$ kemungkinan nilai cuplik. Apabila sinyal input bervariasi dari 0-5 V, maka nilai perubahan setiap bit adalah $5 \text{ Volt} / 1024 = 0.0049 \text{ V}$ (4,9mV). Secara umum, nilai ADC 10-bit yang dihasilkan dari sinyal input (V_{in}) berdasarkan referensi tegangan (V_{ref}) tertentu dirumuskan sebagai:

$$\text{ADC} = (V_{in}/V_{ref}) * 1023$$

Karena mikrokontroler bekerja mulai dari 0 sehingga tidak menggunakan 1024, jika mendapatkan hasil dengan nilai desimal maka dibulatkan pada bilangan terdekat. Karena mikrokontroler ATmega328P-PU merupakan

mikrokontroler 8-bit, maka hasil 10-bit ADC akan disimpan di dua buah register. Register tersebut adalah ADCH (*high*) dan ADCL (*low*).

2. Parameter- Parameter Penting Pada ADC

Resolusi konversi ADC

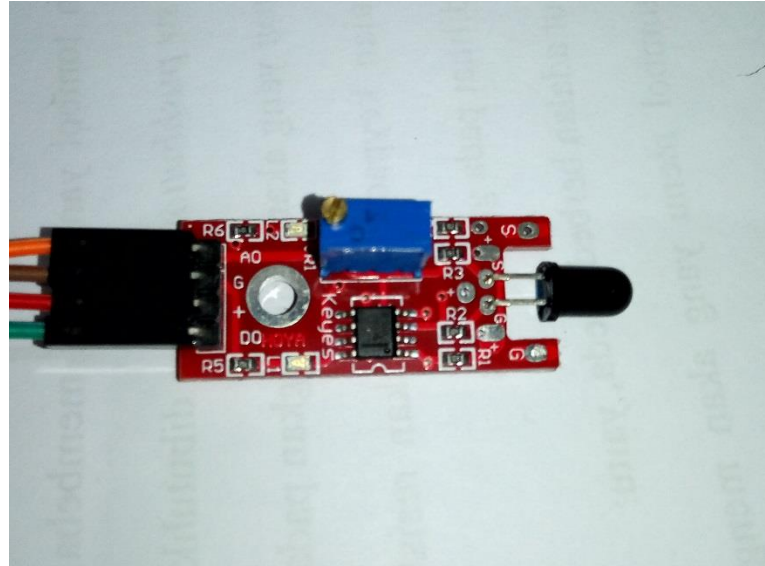
Resolusi konversi dari sebuah konverter analog ke digital yaitu, dimana dapat menkonversikan data analog ke dalam bit digital tersebut, dapat disesuaikan dengan keinginan perancang akan di konversi dalam resolusi 8 bit, 16 bit atau 32 bit. Tergantung dari desain dan kekompatibelan alat yang akan di antarmukakan.

Time Konversi

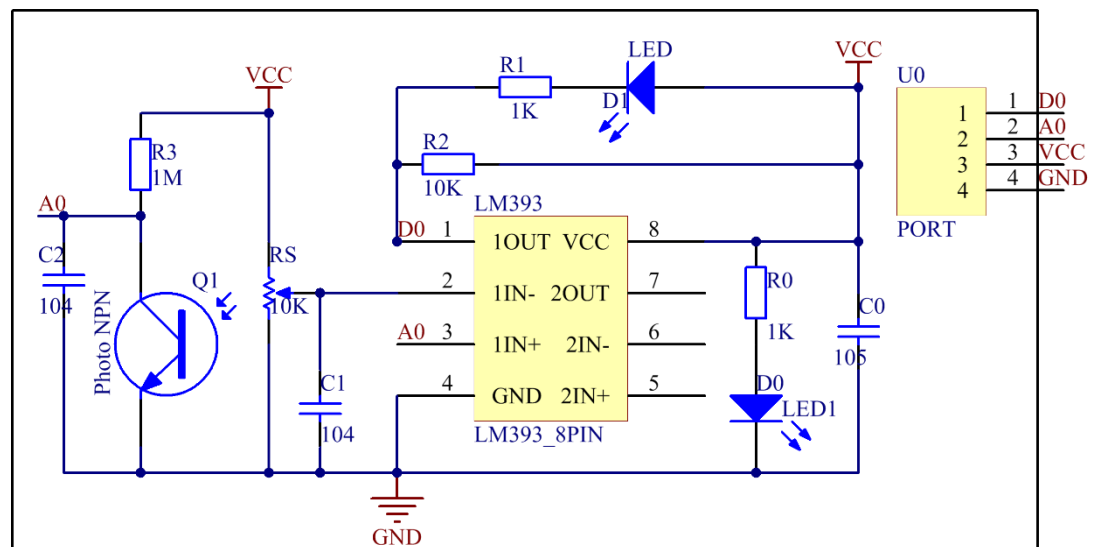
Time konversi atau waktu konversi adalah waktu yang dibutuhkan oleh ADC untuk mengubah sinyal dari analog ke sinyal digital, untuk menentukan waktu konversi ini harus melihat pada *datasheet* untuk mengetahui kebutuhannya.

Semakin tinggi waktu konversi maka akan semakin baik, tetapi harus tetap didukung pula bagaimana antarmuka atau *interface*-nya, misalkan untuk mikrokontroler yang *support* untuk waktu konversi lebih besar maka tidak akan cocok bila menggunakan ADC dengan waktu konversi lebih besar, jika semua komponennya mendukung untuk waktu konversi yang lebih cepat maka menggunakan ADC dengan waktu konversi yang lebih besar.

2.3 Flame Sensor



Gambar.2.11 Sensor Api LM3269



Gambar.2.12 Skema Sensor Api

Sumber: [https://Pujiswandi42.blogspot.com/2016/arduino/flamesensor.ht](https://Pujiswandi42.blogspot.com/2016/arduino/flamesensor.html)

ml

Flame sensor atau pendeteksi api merupakan komponen yang berfungsi sebagai masukan atau *input* pada mikrokontroler. Prinsip kerja *Flame sensor* ini

adalah membaca adanya sinar ultraviolet yang dipancarkan dari nyala api dengan panjang gelombang diantara 930-980 nm dan membuat kapasitor mengalirkan arus ke rangkaian penguat, arus yang keluar dari rangkaian penguat itulah yang menjadi keluaran analog dari sensor api.

2.4 GSM Module



Gambar.2.13 GSM Module SIM900A

GSM Modul SIM900 adalah rangkaian sistem *Quad-band* GSM / GPRS dalam modul SMT, berfungsi sebagai keluaran dari mikrokontroler berupa pesan SMS ke *receiver*.

Spesifikasi GSM Module SIM900:

1. *Quad-band* 850/900/1800/1900 MHz
2. GPRS *multi-slot class* 10/8
3. GPRS *mobile station class* B
4. Input daya +4,5Vdc sampai +5Vdc
5. Suhu operasi -30°C sampai +80°C

2.5 Catu Daya



Gambar.2.14 Adaptor

Adaptor merupakan komponen yang cukup vital dalam pembuatan alat ini sebagai pengubah tegangan 220 Vac menjadi 5 Vdc untuk suplai daya mikrokontroler, catu daya atau adaptor yang digunakan adalah adaptor bekas charger handphone yang sudah tidak dipakai.

2.6 SMS (*Sort Message Service*) dan Pengkodeannya

Layanan pesan singkat (*Short Message Service*) adalah sebuah layanan yang dilakukan dengan menggunakan jaringan telekomunikasi untuk mengirim ataupun menerima pesan-pesan pendek. Pada mulanya SMS dirancang sebagai bagian daripada GSM, akan tetapi sekarang sudah didapatkan pada jaringan bergerak lainnya seperti UMTS dan CDMA.

Sebuah pesan SMS dapat memuat hingga 140 bytes, dengan kata lain dapat memuat hingga 140 karakter 8 bit, 160 karakter 7 bit.

2.6.1 Sistem Pengkodean SMS

Sistem pengkodean SMS yang akan dijelaskan disini adalah source coding dari data SMS tepatnya data yang berada pada bagian SMS terakhir yaitu Isi SMS. Bagian isi SMS ini dibatasi ukurannya sebesar 140 byte untuk tiap PDU SMS. Bagian isi SMS inilah yang akan diubah sistem pengkodeannya, yaitu dari sistem pengkodean standar yang disebutkan dibawah ini dengan sistem pengkodean lain yang lebih efisien dalam hal ukuran.

1. Sistem Pengkodean ASCII 7-bit per simbol/karakter

Sistem pengkodean ini adalah sistem standar/*default* yang telah ditetapkan oleh Organisasi ETSI (dokumen GSM 03.80 dan 03.38). Pengkodean ini menggunakan 7-bit untuk mengkodekan satu simbol/karakter dari alphabet Latin. Dengan menggunakan sistem pengkodean ini satu pesan SMS dapat menampung 160 karakter.

2. Sistem Pengkodean 8-bit per simbol

Sistem pengkodean ini adalah sistem pengkodean yang mengkodekan simbol yang tidak dapat terlihat sebagai pesan text, tapi digunakan untuk mengkodekan data seperti smart messaging (image & ringtone) dan OTA *Provisioning* untuk setting WAP. Dengan sistem pengkodean ini jumlah simbol maksimum yang dapat dikirimkan dalam satu paket SMS adalah 140 buah.

3. Sistem Pengkodean UCS2 16-bit per simbol

Sistem pengkodean ini adalah sistem pengkodean yang mengkodekan alphabet non-Latin, seperti China, Arab, Jepang dan lain sebagainya. Dengan sistem ini, dalam satu paket SMS hanya dapat ditampung sebesar 70 karakter saja.