

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan Sistem Digital

Perancangan adalah proses merancang implementasi untuk memenuhi spesifikasi sistem. Sistem merupakan sekumpulan komponen/elemen yang saling terkait satu sama lain sedemikian sehingga saling bekerja sama untuk satu tujuan tertentu seperti maksud dari si-perancang sistem tersebut. Perancangan sistem digital yang merupakan mata kuliah lanjutan dari elektronika digital.

Pada mata kuliah ini mahasiswa diharapkan dapat merancang serta mengimplementasikan suatu rangkaian elektronika baik digunakan dalam proses pembelajaran ataupun dalam kehidupan sehari-hari. Adapun materi yang akan didapat dari mata kuliah perancangan sistem digital ini adalah gerbang logika, sistem bilangan, rangkaian logika digital, Adder, Komparator, *flip flop*, *register* dan *counter*. Namun pada tugas akhir ini penulis mengimplementasikan salah satu bahan ajar mata kuliah perancangan sistem digital yaitu Adder untuk dijadikan sebuah modul.

2.2 Rangkaian Penjumlahan (Adder)

Di dalam mesin hitung digital, seperti kalkulator dan komputer, terdapat suatu rangkaian yang berfungsi untuk melaksanakan operasi-operasi aritmatik seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Bahkan operasi dasar dari perkalian dan pembagian berturut-turut adalah penjumlahan dan pengurangan. Operasi perkalian secara mendasar merupakan penjumlahan berulang sedangkan pembagian merupakan pengurangan yang berulang pula. Berbagai operasi aritmatik dalam komputer maupun kalkulator dilaksanakan dalam bentuk biner. Alasan menggunakan bilangan biner adalah karena kerja dari rangkaian digital didasarkan pada pulsa-pulsa berbentuk kotak yang hanya memiliki keadaan hidup (tinggi) atau mati (rendah).

Cara menjumlahkan dua bilangan secara bersusun adalah dengan menempatkan posisi bilangan yang berderajat sama dalam satu kolom, misalnya satuan dari bilangan pertama berada pada satu kolom dengan satuan dari biangan ke dua, puluhan bilangan pertama terletak pada satu kolom dengan puluhan bilangan ke dua, dan seterusnya. Proses penjumlahan pada suatu kolom harus ditambah dengan simpanan (carry) yang dihasilkan dari proses penjumlahan pada kolom sebelumnya (jika ada). Cara penjumlahan bilangan biner serupa dengan penjumlahan pada bilangan desimal. Dalam proses penjumlahan bilangan biner juga dikenal simpanan (carry). Pada bilangan biner dikenal posisi satuan (2^0), duaan (2^1), empatan (2^2), delapanan (2^3) dan seterusnya. Aturan penjumlahan bilangan biner adalah :

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1.$$

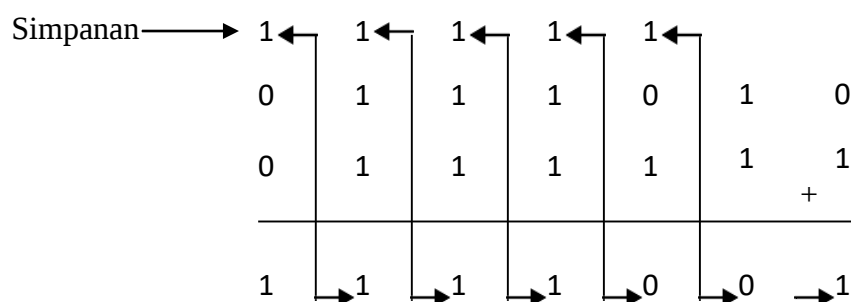
Dalam bentuk biner tidak dikenal $1 + 1 = 2$ karena dalam sistem bilangan biner 2 bukanlah digit biner. Oleh karena itu, dalam aturan penjumlahan biner

$$1 + 1 = 0 \text{ dengan simpanan } 1$$

dan tentu saja

$$1 + 1 + 1 = 1 \text{ dengan simpanan } 1.$$

Simpanan 1 berarti menambahkan 1 ke dalam kolom posisi berikutnya yaitu di sebelah kiri tempat simpanan tadi dihasilkan. Sebagai contoh menjumlahkan dua bilangan biner 111010 dan 111111 dengan cara disusun adalah sebagai berikut



Pada kolom satuan $0 + 1 = 1$ tidak menghasilkan simpanan. Pada kolom duaan $1 + 1 = 0$ dengan simpanan 1. Pada kolom empatan karena mendapat simpanan dari kolom sebelumnya maka proses penjumlahannya adalah $1 + 0 + 1 = 0$ dengan simpanan 1. Pada kolom delapanan juga mendapat simpanan dari kolom sebelumnya sehingga prosesnya $1 + 1 + 1 = 1$ dengan simpanan 1. Proses penjumlahan seperti di atas dapat dikerjakan dengan menggunakan rangkaian digital.

2.2.1 Rangkaian Penjumlah Paro (Half Adder atau HA)

Rangkaian penjumlah biner dapat disusun dari gerbang logika. Berikut ini disampaikan ilustrasi dari penjumlahan dua bilangan A dan B yang masing-masing 1 bit. Perhatikan tabel berikut.

Tabel 2.1 Tabel kebenaran Half adder

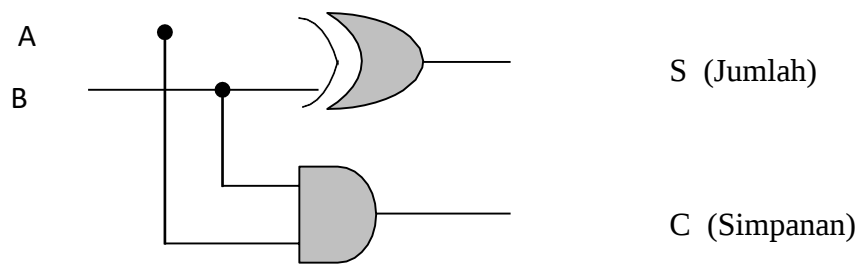
Masukan		Keluaran	
A	B	Jumlah (S)	Simpanan (C)
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1
Digit yang dijumlahkan		EX-OR	AND

Berdasarkan tabel di atas bagian keluaran rangkaian yang akan disusun terdiri dari jumlah (S) dan simpanan (C). Ternyata kedua kolom keluaran itu dapat dihasilkan dengan menggunakan dua gerbang logika sebagai berikut :

- Kolom jumlah (S) merupakan keluaran dari gerbang EX-OR. Ingat kembali bahwa keluaran gerbang EX-OR akan 1 (tinggi) ketika keadaan logika masukannya berbeda, tetapi 0 (rendah) pada saat keadaan logika masukannya sama.
- Kolom simpanan (C) merupakan keluaran dari gerbang AND. Keluaran gerbang tersebut 1 (tinggi) hanya apabila kedua masukannya juga 1.

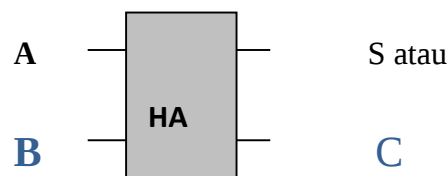
Gambar berikut menunjukkan cara gerbang EX-OR dan AND dihubungkan

untuk mendapatkan suatu rangkaian penjumlah yang memenuhi tabel di atas. Jika diperhatikan, rangkaian penjumlah itu hanya memiliki dua terminal masukan masing-masing untuk bit yang akan dijumlahkan dan dua terminal keluaran berturut-turut untuk jumlah (S) dan simpanan (C).



Gambar 2.1 Rangkaian penjumlah paro.

Rangkaian penjumlah seperti gambar di atas hanya dapat digunakan untuk menjumlahkan bilangan biner 1 bit (pada posisi satuan saja), artinya tidak dapat digunakan untuk menjumlahkan posisi dua, empat, delapan, dan seterusnya. Hal ini disebabkan karena rangkaian penjumlah tadi tidak memiliki masukan untuk simpanan hasil penjumlahan dari posisi sebelumnya. Rangkaian dengan sifat seperti itulah yang dikenal sebagai rangkaian penjumlah paro (half adder). Simbol dari rangkaian penjumlah paro tampak pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.2 Simbol rangkaian penjumlah paro.

2.2.2 Rangkaian Penjumlah Penuh (Full Adder atau FA)

Penjumlah paro hanya dapat digunakan untuk proses penjumlahan bilangan pada posisi satuan saja, atau lebih umum pada bagian LSB-nya saja (LSB singkatan dari Least Significant Bit) karena tidak tersedia terminal masukan untuk

menampung terjadinya simpanan dari posisi sebelumnya. Padahal proses penjumlahan pada umumnya melibatkan simpanan. Suatu rangkaian yang memenuhi syarat tersebut dikenal sebagai rangkaian penjumlah penuh (full adder). Tentu saja rangkaian penjumlah penuh memiliki tiga terminal masukan dan dua terminal keluaran. Dapat dirancang suatu rangkaian gerbang logika yang berfungsi sebagai penjumlah penuh. Lebih dahulu disusun tabel kebenaran yang menunjukkan perubahan nilai-nilai masukan dan keluaran untuk semua keadaan yang mungkin.

Tabel berikut adalah tabel kebenaran suatu rangkaian dengan tiga masukan A, B, dan C_i serta dengan dua keluaran S dan C_0 .

Tabel 2.2 Tabel kebenaran Full Adder

Baris ke	Masukan			Keluaran	
	A	B	C_i	S	C_o
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	1
6	1	1	0	0	1
7	1	1	1	1	1

Persamaan logika untuk keluaran Jumlah (S) adalah :

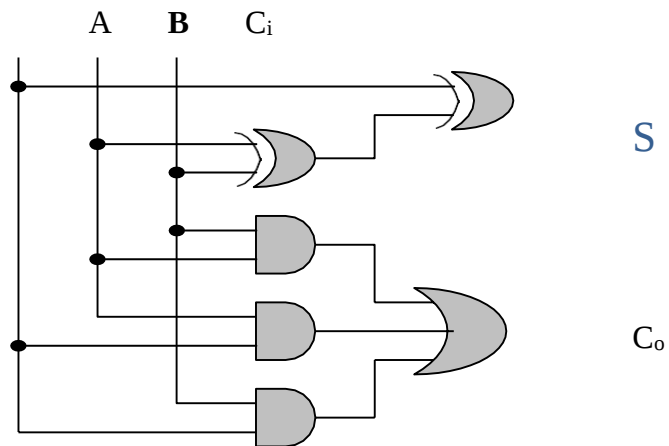
$$\begin{aligned}
 S &= \sum m(1,2,4,7) \\
 &= \overline{A} B \overline{C_i} + \overline{A} B C_i + A \overline{B} \overline{C_i} + A B C_i \\
 &= A (\overline{B} C_i + B \overline{C_i}) + \overline{A} (\overline{B} C_i + B C_i) \\
 &= \overline{A} (B \oplus C_i) + A (B \oplus C_i) \\
 &= A + (B \oplus C_i)
 \end{aligned}$$

Sedangkan persamaan logika untuk keluaran Simpanan

$$\begin{aligned}
 (C_0) \text{ adalah : } C &= \sum m(3,5,6,7) \\
 &= B C_i + A C_i + A B.
 \end{aligned}$$

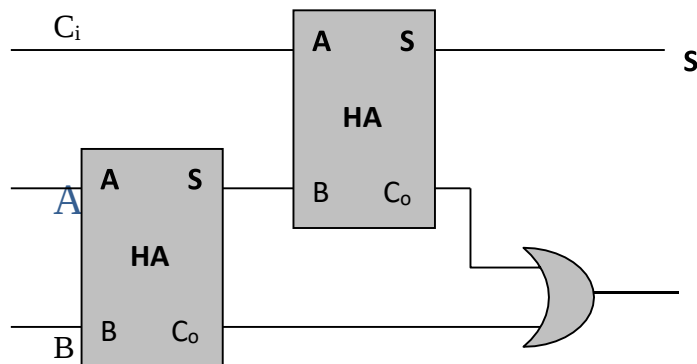
Diagram rangkaian logika untuk penjumlah penuh (FA) sebagai realisasi dari

kedua persamaan di atas terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3 Diagram rangkaian penjumlah penuh (FA)

Gambar tersebut bukanlah satu-satunya rangkaian penjumlah penuh, masih banyak cara yang dapat digunakan untuk menghasilkan persamaan logika yang sesuai dengan keluaran S dan C_o . Cara lain untuk mendapatkan rangkaian penjumlah penuh adalah dengan menyusun dua penjumlah paro dan satu gerbang OR seperti tampak pada gambar di bawah ini.

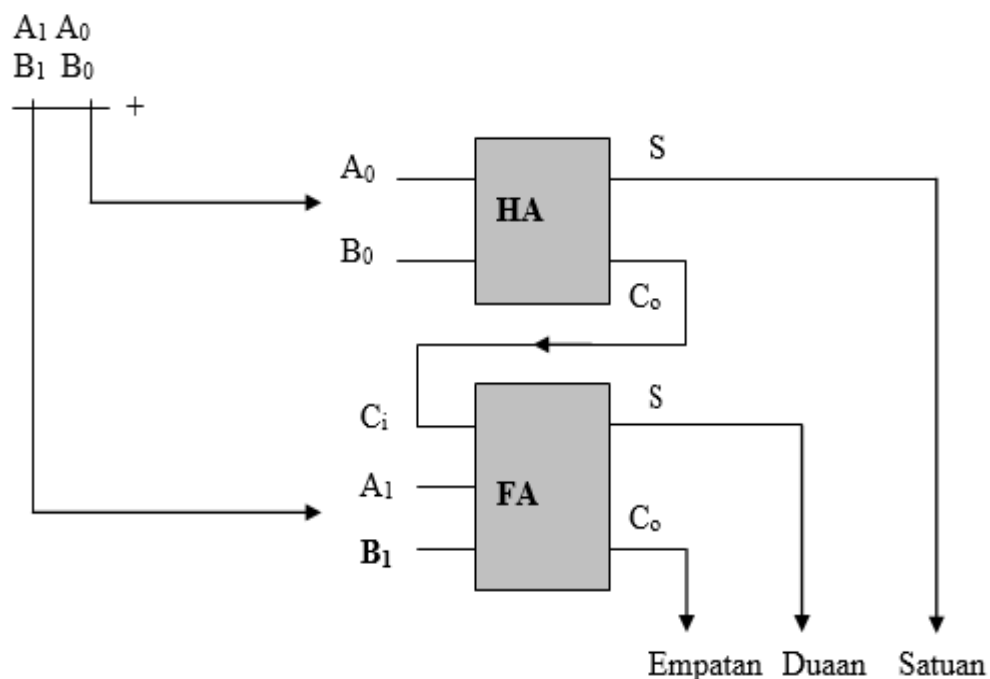


Gambar 2.4 Diagram rangkaian penjumlah penuh

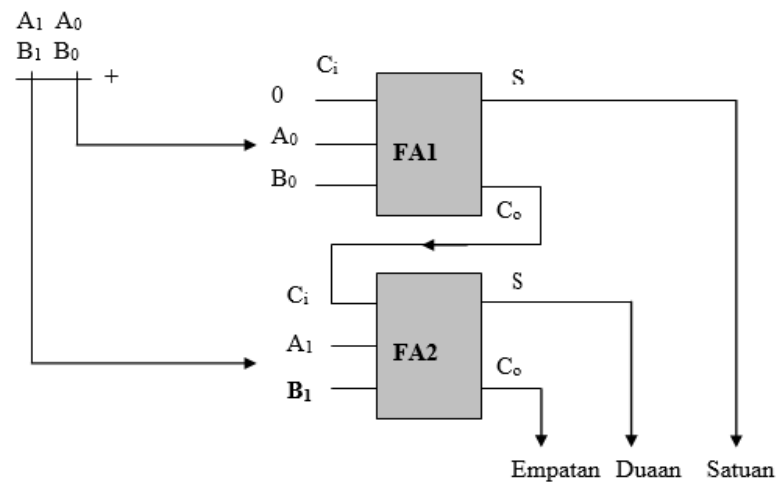
Setiap rangkaian penjumlah penuh memiliki lima terminal, tiga terminal sebagai masukan (A , B , dan C_i) dan dua terminal sebagai keluaran (S dan C_o).

2.2.3 Penjumlah Jajar (Paralel)

Rangkaian penjumlah yang telah dipelajari masih terbatas untuk menjumlahkan dua bilangan biner A dan B yang masing-masing 1 bit. Artinya bilangan A hanya dapat bernilai 0 atau 1, demikian pula bilangan B dapat berharga 0 atau 1 saja. Dalam kenyataannya, mesin hitung seperti kalkulator ataupun komputer melakukan operasi penjumlahan dalam bentuk biner tetapi setiap bilangan dapat memiliki bit yang lebih besar dari pada 1 bit. Untuk alasan ini, berikut dikemukakan rangkaian penjumlah yang dapat menjumlahkan dua bilangan yang masing masing lebih dari 1 bit. Satu rangkaian penjumlah paro dan beberapa rangkaian penjumlah penuh dapat disusun menjadi rangkaian penjumlah paralel yang dapat menjumlahkan bilangan- bilangan dengan bit besar (lebih dari 1 bit).

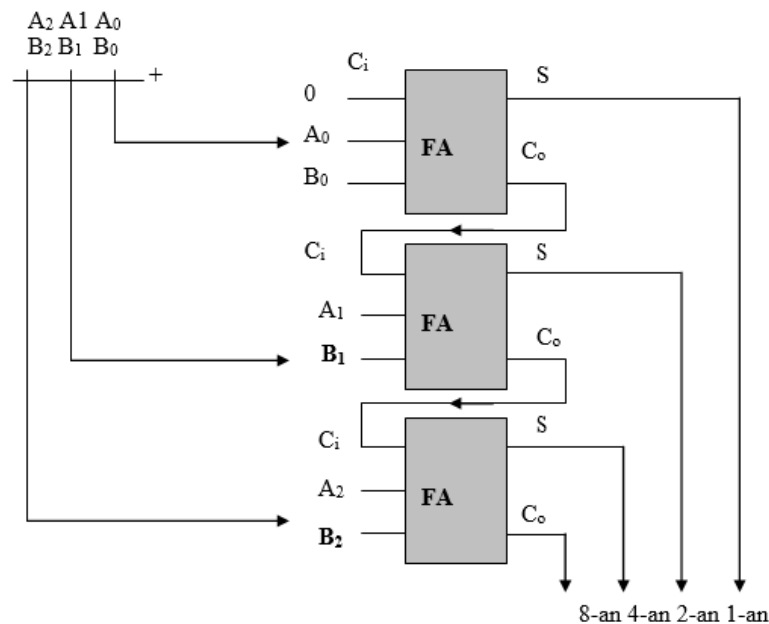


Gambar 2.5 Diagram rangkaian penjumlah paralel 2 bit yang menggunakan HA dan FA.



Gambar 2.6 Diagram rangkaian penjumlah paralel 2 bit tanpa HA.

Agar semakin jelas, hendak disusun rangkaian penjumlah paralel 3 bit dengan menggunakan tiga buah penjumlah penuh. Rangkaian tersebut dapat digunakan untuk menjumlahkan bilang $A = A_2A_1A_0$ dan bilangan $B = B_2B_1B_0$. Rangkaian yang dimaksud terlihat pada gambar di bawah ini

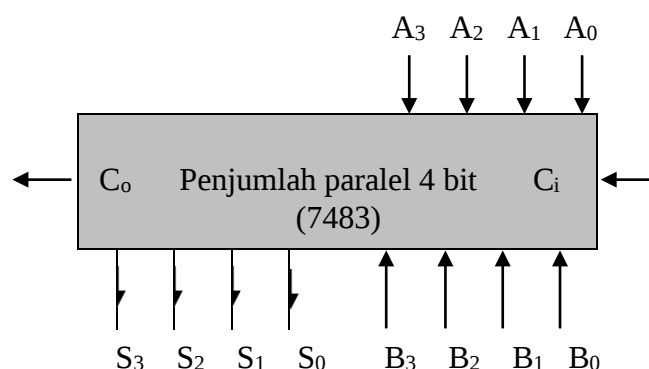


Gambar 2.7 Diagram rangkaian penjumlah paralel 3 bit.
Berdasarkan contoh-conttoh pada kedua gambar di atas, selanjutnya dengan

cara yang sama dapat dirancang rangkaian penjumlah paralel 4 bit, 5 bit, ..., n bit. Ternyata, jika hendak membuat rangkaian penjumlah paralel n bit, maka diperlukan n buah rangkaian penjumlah penuh (FA). Jadi banyak bit bilangan yang akan dijumlahkan menentukan cacah rangkaian penjumlah penuh yang diperlukan. Rangkaian penjumlah paralel n bit dapat digunakan untuk menjumlahkan dua bilangan A dan B yang masing-masing bilangan adalah $A = A_{(n-1)}A_{(n-2)} \dots A_3A_2A_1A_0$ dan bilangan $B = B_{(n-1)}B_{(n-2)} \dots B_3B_2B_1B_0$. Rangkaian penjumlah paralel sangat lazim digunakan dalam rangkaian digital.

Rangkaian penjumlah paralel banyak tersedia dalam bentuk rangkaian terpadu (IC). Salah satu yang terkenal adalah dikemas sebagai rangkaian penjumlah paralel 4 bit yang di dalamnya terdiri dari empat buah penjumlah penuh.

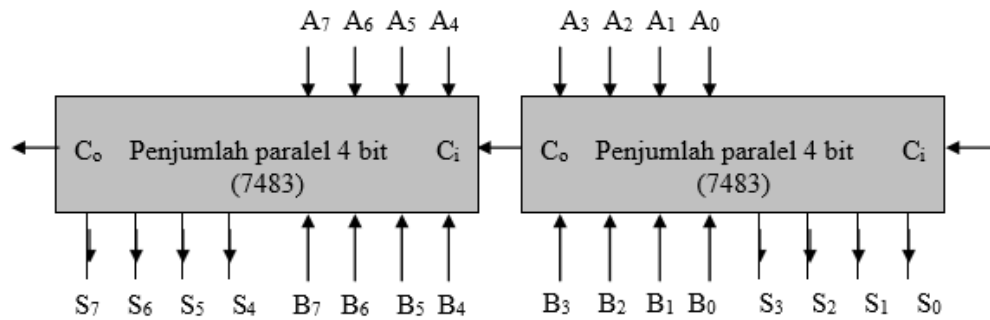
Untuk jenis TTL IC tersebut berseri 7483 dan juga 74283, sedangkan jenis CMOS adalah 4008. Gambar berikut memperlihatkan simbol dari penjumlah paralel 4 bit yang dikemas dalam IC 7483. Masukan-masukan pada IC tersebut untuk dua bilangan masing-masing 4 bit yaitu $A_3A_2A_1A_0$ dan $B_3B_2B_1B_0$ serta simpanan C_i . Sedangkan keluarannya adalah bit-bit hasil penjumlahan $S_3S_2S_1S_0$ dan simpanan C_0 .



Gambar 2.8 Simbol penjumlah paralel 4 bit 7483

Dua atau lebih penjumlah paralel dapat dihubungkan secara kaskade untuk menyesuaikan penjumlahan bilangan-bilangan dengan bit yang lebih besar.

Sebagai contoh gambar di bawah ini menunjukkan cara dua buah IC 7483 dihubungkan secara kaskade untuk menjumlahkan dua bilangan yang masing-masing 8 bit.

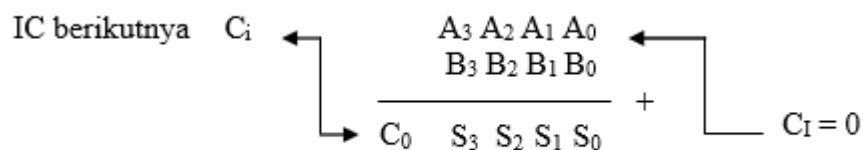


Gambar 2.9 Dua IC 7483 yang dirangkai secara kaskade

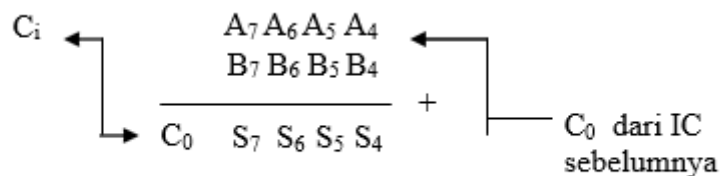
Dua bilangan yang dijumlahkan melalui rangkaian pada gambar diatas masing-masing adalah $A = A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0$ dan $B = B_7 B_6 B_5 B_4 B_3 B_2 B_1 B_0$ yang hasilnya $S = S_7 S_6 S_5 S_4 S_3 S_2 S_1 S_0$. Cara penjumlahannya adalah

$$\begin{array}{r}
 A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0 \\
 B_7 B_6 B_5 B_4 B_3 B_2 B_1 B_0 \\
 \hline
 S_7 S_6 S_5 S_4 S_3 S_2 S_1 S_0
 \end{array}
 +$$

Secara lebih rinci dapat dijelaskan bahwa IC 7483 sebelah kanan menjumlahkan bilangan 4 bit LSB yang simpanannya (C_0) diumpankan ke masukan C_i pada IC 7483 sebelah kiri. Prosesnya adalah



IC 7483 sebelah kiri menjumlahkan bilangan 4 bit MSB beserta simpana yang dihasilkan dari IC 7483 sebelah kanan. Prosesnya adalah

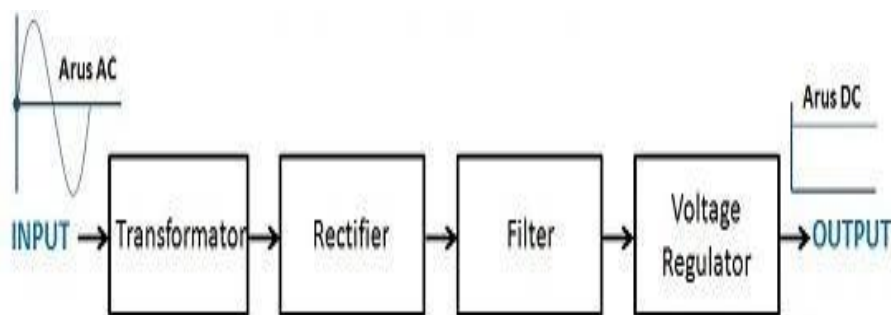


Dengan cara yang serupa dapat disusun penjumlah paralel dari IC 7483 untuk menjumlahkan dua bilangan dengan bit yang lebih besar.

2.3 Power Supply

Power supply adalah sebagai alat yang mampu memberikan sebuah suplai arus listrik kepada semua komponen yang sudah terpasang dengan baik, dimana arus listrik yang dihasilkan merupakan arus AC dan selanjutnya akan dirubah menjadi arus DC. Sebuah *DC Power Supply* atau *Adaptor* pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah *Transformator*, *Rectifier*, *Filter* dan *Voltage Regulator*.

Gambar 2.1 merupakan blok diagram dari power supply yang menggambarkan tentang prinsip kerja Power Supply.



Gambar 2.10 Diagram Blok *Power Supply*

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>)

Dari blok diagram pada Gambar 2.1 diatas, dapat dijelaskan bahwa prinsip kerja Power Supply yaitu,

a. Transformator/Trafo

Transformator/trafo berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari 220VAC menjadi tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen elektronika. Trafo terdiri dari 2 bagian yang berbentuk lilitan yaitu lilitan primer sebagai input dari trafo dan lilitan sekunder sebagai output dari trafo. Meskipun tegangan telah diturunkan, tetapi output dari trafo masih berbentuk arus bolak-balik (AC) yang harus diproses selanjutnya.

b. Rectifier

Rectifier atau penyearah gelombang yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh trafo. Rectifier terdiri dari komponen dioda. *Rectifier* dalam Power Supply yaitu “*Half Wave Rectifier*” yang hanya terdiri dari 1 komponen Dioda dan “*Full Wave Rectifier*” yang terdiri dari 2 atau 4 komponen dioda.

c. Filter

Filter digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari *Rectifier*. Filter ini biasanya terdiri dari komponen Kapasitor (Kondensator) yang berjenis Elektrolit atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*).

d. Voltage Regulator

Untuk menghasilkan tegangan dan arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan voltage regulator yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan output tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan input yang berasal output filter.

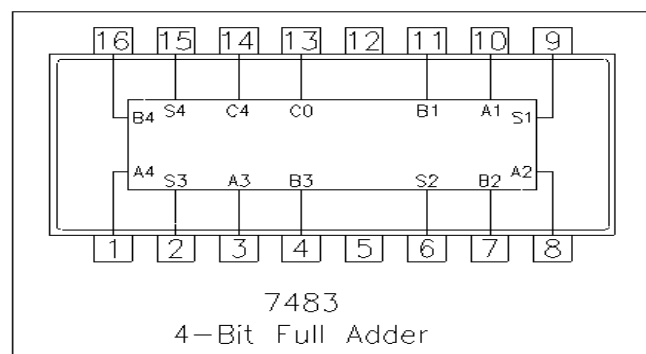
2.4 Integrated Circuit (IC)

Integrated Circuit (IC) adalah komponen elektronika aktif yang merupakan gabungan atau integrasi dari beberapa komponen yang dirangkai didalam chipnya. *Integrated Circuit (IC)* memiliki kaki yang banyak dan bervariasi tergantung tipe

dan jenisnya.

Pada rangkaian Adder menggunakan IC 7483. Rangkaian Adder adalah suatu rangkaian digital yang melakukan penjumlahan bilangan Adder dapat dibentuk dengan rangkaian kombinasional saja atau dengan rangkaian kombinasional dan rangkaian sekuensial. Biasanya adder digunakan untuk menjumlahkan bilangan dalam bentuk bilangan biner.

Gambar 2.2 menunjukkan data sheet pada IC 7483.



Gambar 2.11 4-Bit Full Adder

(Sumber : <https://www.futurlec.com/74/IC7485.shtml>)

Selain Adder, Gerbang logika juga Berkaitan dalam Perancangan Sistem Digital ini. Gerbang Logika atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Logic Gate* adalah dasar pembentuk Sistem Elektronika Digital yang berfungsi untuk mengubah satu atau beberapa Input (masukan) menjadi sebuah sinyal Output (Keluaran) Logis. Gerbang Logika beroperasi berdasarkan sistem bilangan biner yaitu bilangan yang hanya memiliki 2 kode simbol yakni **0** dan **1** dengan menggunakan Teori Aljabar Boolean.

Terdapat 2 jenis IC Gerbang Logika, IC jenis TTL (transistor transistor logic) memerlukan tegangan kerja maksimal 5 VDC. Pada IC TTL pin input yang tidak terhubung kemana-mana dianggap berlogika. IC TTL memiliki kode diawali dengan 74XX. Sedangkan, IC CMOS menggunakan tegangan kerja 3-15VDC. pada IC CMOS pin input yang tidak di gunakan harus tetap diberi kondisi tertentu (0 atau 1). Jika dibiarkan mengambang maka IC akan cepat rusak. Dan memiliki kode awal

40XX.

Input dan Output pada Gerbang Logika hanya memiliki 2 level. Kedua Level tersebut pada umumnya dapat dilambangkan dengan :

- HIGH (tinggi) dan LOW (rendah)
- TRUE (benar) dan FALSE (salah)
- ON (Hidup) dan OFF (Mati)
- 1 dan 0

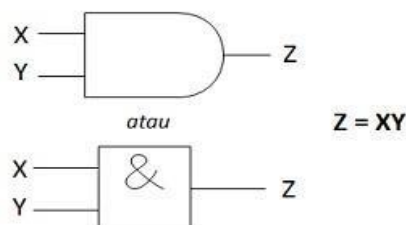
Contoh Penerapannya ke dalam Rangkaian Elektronika yang memakai Transistor TTL (Transistor-transistor Logic), maka 0V dalam Rangkaian akan diasumsikan sebagai “LOW” atau “0” sedangkan 5V akan diasumsikan sebagai “HIGH” atau “1”.

Berikut ini adalah 7 jenis Gerbang Logika Dasar beserta Simbol dan Tabel Kebenarannya.

2.4.1 Gerbang AND

Gerbang AND memerlukan 2 atau lebih Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang AND akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 1 jika semua masukan (Input) bernilai Logika 1 dan akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 0 jika salah satu dari masukan (Input) bernilai Logika 0. Simbol yang menandakan Operasi Gerbang Logika AND adalah tanda titik (“.”) atau tidak memakai tanda sama sekali. Contohnya : $Z = X \cdot Y$ atau $Z = XY$. Diantaranya adalah IC 7408 (2 Input), IC 7411 (3 Input), IC 7421 (4 input).

Simbol Gerbang AND



Tabel Kebenaran Gerbang AND

X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

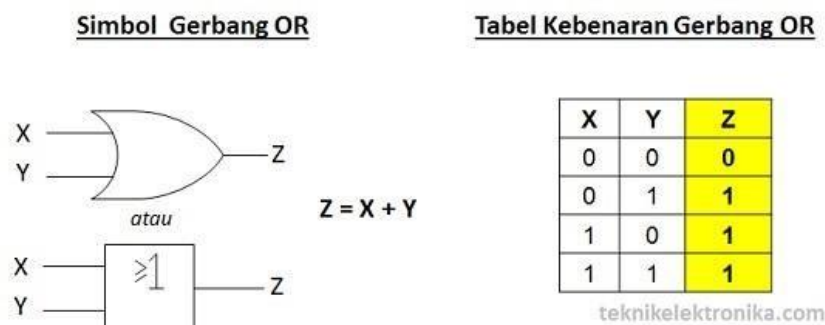
teknikelektronika.com

Gambar 2.12 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang AND

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>)

2.4.2 Gerbang OR

Gerbang OR memerlukan 2 atau lebih Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang OR akan menghasilkan Keluaran (Output) 1 jika salah satu dari Masukan (Input) bernilai Logika 1 dan jika ingin menghasilkan Keluaran (Output) Logika 0, maka semua Masukan (Input) harus bernilai Logika 0. Simbol yang menandakan Operasi Logika OR adalah tanda Plus (“+”). Contohnya : $Z = X + Y$. Terdapat beberapa IC yang sering digunakan, diantaranya IC 7432 (2 Input), IC 4075 (3 Input), IC 4072 (4 Input).

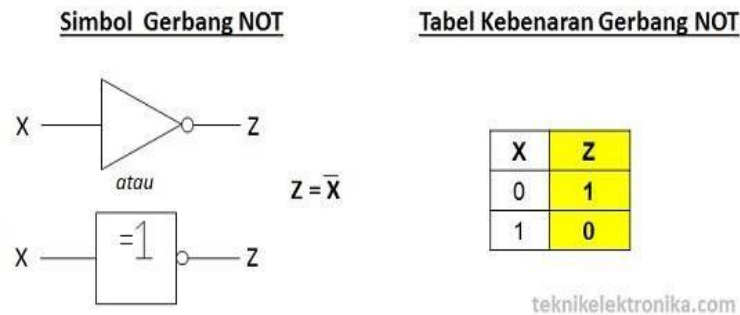


Gambar 2.12 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang OR

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>)

2.4.3 Gerbang NOT

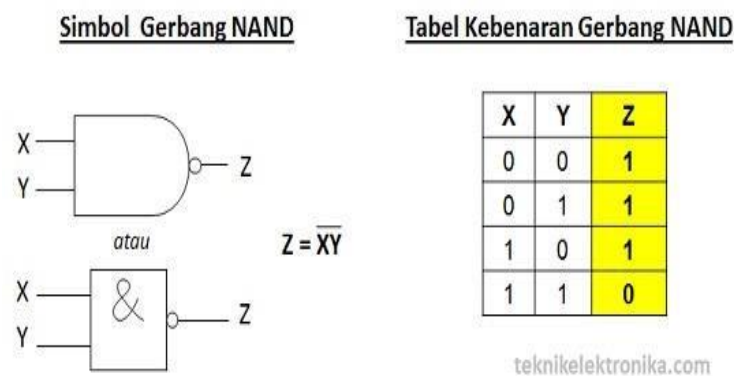
Gerbang NOT hanya memerlukan sebuah Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang NOT disebut juga dengan Inverter (Pembalik) karena menghasilkan Keluaran (Output) yang berlawanan (kebalikan) dengan Masukan atau Inputnya. Berarti jika kita ingin mendapatkan Keluaran (Output) dengan nilai Logika 0 maka Input atau Masukannya harus bernilai Logika 1. Gerbang NOT biasanya dilambangkan dengan simbol minus (“-”) di atas Variabel Inputnya. Diantaranya IC 7404 (1 input).



Gambar 2.13 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang NOT (Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>)

2.4.4 Gerbang NAND

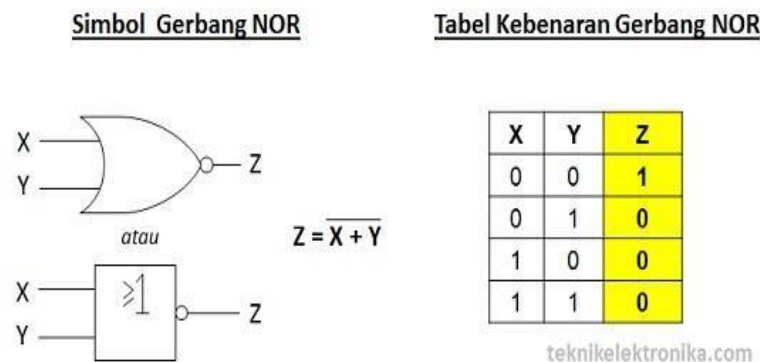
Arti NAND adalah NOT AND atau BUKAN AND, Gerbang NAND merupakan kombinasi dari Gerbang AND dan Gerbang NOT yang menghasilkan kebalikan dari Keluaran (Output) Gerbang AND. Gerbang NAND akan menghasilkan Keluaran Logika 0 apabila semua Masukan (Input) pada Logika 1 dan jika terdapat sebuah Input yang bernilai Logika 0 maka akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 1. Diantaranya IC 7400 (2 Input), IC 7410 (3 Input), IC 7420 (4 Input), IC 7430 (8 input), IC 74134 (12 Input), IC 74133 (13 Input).



Gambar 2.14 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang NAND (Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>)

2.4.5 Gerbang NOR

Arti NOR adalah NOT OR atau BUKAN OR, Gerbang NOR merupakan kombinasi dari Gerbang OR dan Gerbang NOT yang menghasilkan kebalikan dari Keluaran (Output) Gerbang OR. Gerbang NOR akan menghasilkan Keluaran Logika 0 jika salah satu dari Masukan (Input) bernilai Logika 1 dan jika ingin mendapatkan Keluaran Logika 1, maka semua Masukan (Input) harus bernilai Logika 0. Diantaranya IC 7402 (2 Input), IC 7427 (3 Input), IC 7425 (4 Input), IC 74680 (5 Input).

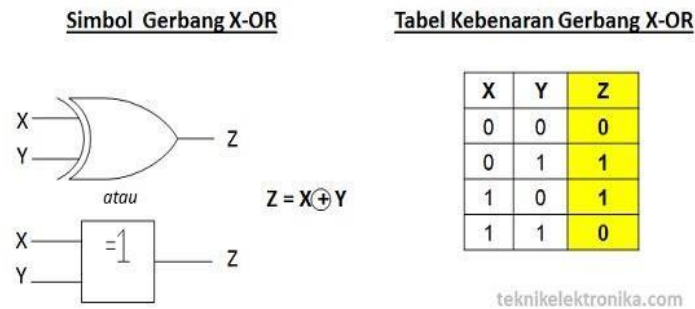


Gambar 2.15 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang NOR

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>)

2.4.6 Gerbang X-OR

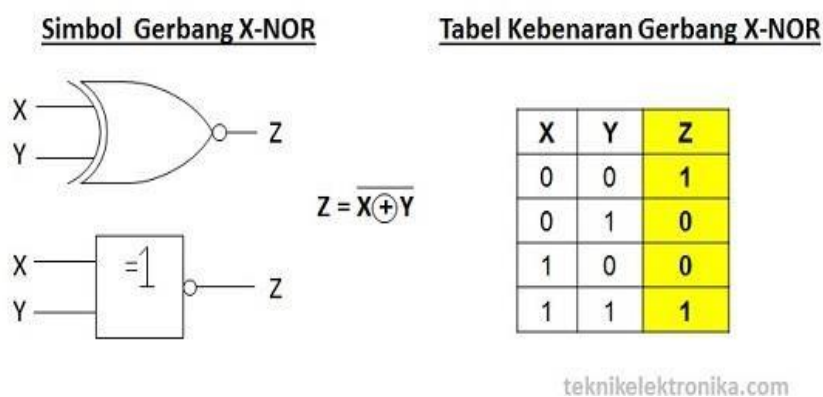
X-OR adalah singkatan dari Exclusive OR yang terdiri dari 2 Masukan (Input) dan 1 Keluaran (Output) Logika. Gerbang X-OR akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 1 jika semua Masukan-masukannya (Input) mempunyai nilai Logika yang berbeda. Jika nilai Logika Inputnya sama, maka akan memberikan hasil Keluaran Logika 0.



Gambar 2.16 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang XOR
 (Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>)

2.4.7 Gerbang X-NOR

Seperti Gerbang X-OR, Gerbang X-NOR juga terdiri dari 2 Masukan (Input) dan 1 Keluaran (Output). X-NOR adalah singkatan dari Exclusive NOR dan merupakan kombinasi dari Gerbang X-OR dan Gerbang NOT. Gerbang X-NOR akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 1 jika semua Masukan atau Inputnya bernilai Logika yang sama dan akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 0 jika semua Masukan atau Inputnya bernilai Logika yang berbeda. Hal ini merupakan kebalikan dari Gerbang X-OR (Exclusive OR).

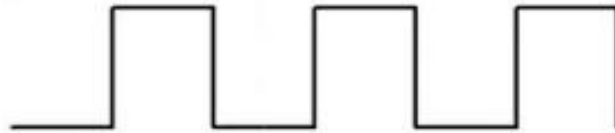


Gambar 2.17 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang XNOR (Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>).

2.5 Clock

Clock diibaratkan sebagai jantung pada tubuh manusia yang berfungsi untuk mengalirkan darah ke seluruh tubuh, clock pada rangkaian digital berfungsi untuk mengalirkan data agar dapat diproses oleh rangkaian. Beberapa rangkaian seperti Flip Flop, *Counter*, *Shift register dll* pada umumnya menggunakan *Clock* untuk mengaktifkan rangkaian tersebut. Semakin tinggi frekuensi *clock* maka rangkaian digital akan bekerja semakin cepat.

Gambar 2.10 Menunjukkan data sinyal *clock* dengan frekuensi sama

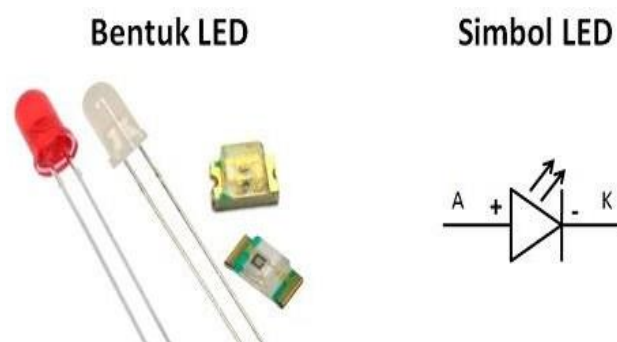


Gambar 2.18 Sinyal *Clock*

(Sumber : <https://www.jalankatak.com/id/cara-kerja-clock-pada-rangkaian-digital/>)

2.6 Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor.

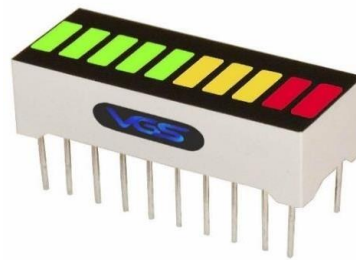


Gambar 2.20 LED dan Simbol LED

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-lightemitting-diode-cara-kerja/>).

Seperti dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda.

Gambar 2.12 Merupakan LED jenis terbaru yang digunakan pada modul ini, memiliki bentuk yang kecil dan warna yang beragam



Gambar 2.21 LED Bargraph

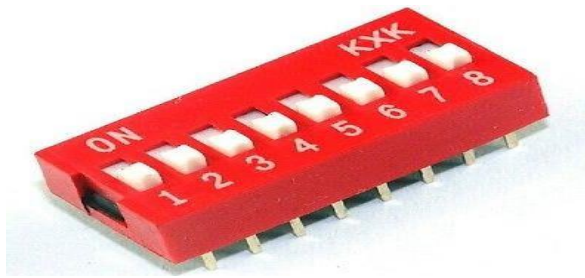
(Sumber : <https://www.amazon.com/Single-Segment-Display-Colors-Arduino/dp/B07BJ8ZGP7>).

2.7 Switch

Switch adalah suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik. Switch ini merupakan salah satu komponen atau alat listrik yang paling sering digunakan. Hampir semua peralatan Elektronika memerlukan *Switch* untuk menghidupkan atau mematikan alat listrik yang digunakan.

Switch pada umumnya menggunakan istilah *Normally Open* (NO) untuk Saklar yang berada pada keadaan Terbuka (Open) pada kondisi awal. Ketika ditekan, Saklar yang *Normally Open* (NO) tersebut akan berubah menjadi keadaan Tertutup (Close) atau “ON”. Sedangkan *Normally Close* (NC) adalah saklar yang berada pada keadaan Tertutup (Close) pada kondisi awal dan akan beralih ke keadaan Terbuka (Open) ketika ditekan.

Gambar 2.13 Merupakan *Switch* yang digunakan di modul ini, memiliki ukuran yang kecil, sehingga membuat minimalis



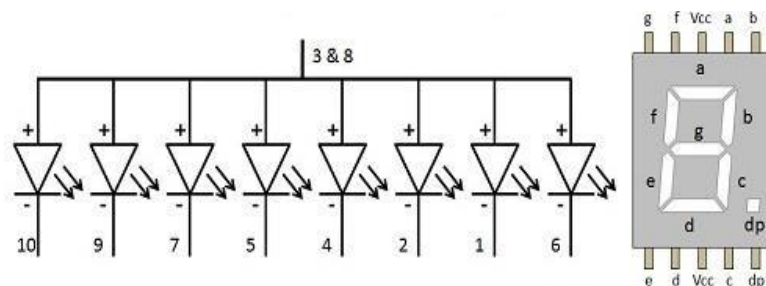
Gambar 2.22 DIP Switch 8-Bit

(Sumber : <http://robotechshop.com/shop/components/buttonswitches/dip-switch-8-bit/?v=f78a77f631d2>)

2.8 Seven Segment

Seven Segment Display (7 Segment Display) dalam bahasa Indonesia disebut dengan Layar Tujuh Segmen adalah komponen Elektronika yang dapat menampilkan angka desimal melalui kombinasi-kombinasi segmennya. Seven Segment Display memiliki *seven segment* dimana setiap segmen dikendalikan secara ON dan OFF untuk menampilkan angka yang diinginkan. Angka-angka dari 0 (nol) sampai 9 (Sembilan) dapat ditampilkan dengan menggunakan beberapa kombinasi Segmen.

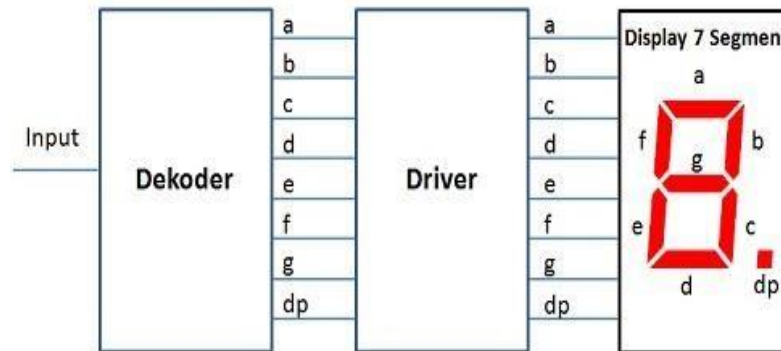
Terdapat 2 Jenis LED *seven segment*, diantaranya adalah “LED *seven segment common cathode*” dan “LED *seven segment common anode*”. Untuk *seven segment* yang digunakan sebagai indikator pada output yaitu jenis LED *seven segment common anode*.



Gambar 2.23 LED Seven Segment Common Anode

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-seven-segment-display-layar-tujuh-segmen/>).

Gambar 2.14 merupakan blok diagram *seven segment display* yang menggambarkan prinsip kerja *seven segment display*.



Gambar 2.24 Blok Diagram *Seven Segment Display*

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-seven-segment-display-layar-tujuh-segmen/>).

Dari blok diagram pada Gambar 2.4 diatas, dapat dijelaskan bahwa prinsip kerja dari *seven segment display* yaitu,

a. Dekoder

Dekoder pada blok diagram diatas berfungsi untuk mengubah sinyal input yang diberikan menjadi 8 jalur yaitu “a” sampai “g” dan poin desimal (koma) untuk mengaktifkan segmen sehingga menghasilkan angka atau digit yang diinginkan.

b. Driver

Fungsi dari driver pada blok diagram adalah untuk memberikan arus listrik yang cukup kepada Segmen/Elemen LED untuk menyala. Pada Tipe Dekoder tertentu, Dekoder sendiri dapat mengeluarkan Tegangan dan Arus listrik yang cukup untuk menyalakan Segmen LED maka driver ini tidak diperlukan. Pada umumnya driver untuk menyalakan *seven segment* ini terdiri dari 8 Transistor Switch pada masing-masing elemen LED.

c. *Seven Segment Display*

Seven segment display berfungsi sebagai tampilan untuk setiap LED yang aktif dan membentuk angka.