

# DASAR-DASAR TEKNOLOGI DIGITAL

Oleh : Sunarto - YBØUSJ

## UMUM

Berbeda dengan teknologi analog, dalam teknologi digital hanya dikenal voltage tinggi (*high*) dan voltage rendah (*low*). Pada perhitungan-perhitungan, high diberi symbol bilangan 1 dan low diberi symbol bilangan 0. Kita tinggalkan bilangan decimal dan mulai dengan bilangan binary serta menggunakan ilmu hitung Aljabar Boolean.

## BILANGAN BINARY

Ilmu hitung yang kita gunakan sehari-hari berasal dari Arab (Aljabar). Symbol bilangannya huruf Arab dan cara menulisnya menggunakan cara penulisan huruf Arab ialah dari belakang ke depan.

Cara berhitung yang sekarang kita pakai ialah metoda hitung decimal (puluhan), symbol-symbol bilangan ada 10 macam, ialah 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9. Adapun cara menulisnya sebagai berikut :

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | 0 | 0 | 0 | 0 |
|--|---|---|---|---|

Mula-mula kolom paling kanan diisi dengan symbol bilangan nol, yang berarti belum ada sesuatu. Misalnya 0 biji resistor, berarti tidak ada resistor sama sekali, kalau sudah ada satu resistor, maka kolom paling kanan diisi dengan symbol bilangan 1. Kalau tambah satu lagi, kolom itu diisi dengan symbol bilangan 2, begitu seterusnya sampai 9.

Bila ada tambahan satu lagi, maka symbol bilangannya sudah habis terpakai. Kita mulai menyentuh kolom nomor dua dari kanan, symbol bilangan 0 diganti 1 sedangkan kolom paling kanan dimulai dari 0 lagi, begitu seterusnya hingga kolom paling kanan berisi bilangan 9.

Bila ditambah satu lagi, maka kolom nomor dua dari kanan diganti dengan symbol bilangan 2 dan kolom paling kanan dimulai dari symbol bilangan 0 lagi.

Untuk ilmu hitung **binary**, symbol bilangan yang tersedia hanya dua yaitu 0 dan 1. Adapun cara penulisannya sama saja dengan cara penulisan pada ilmu hitung decimal tersebut di atas. Agar lebih jelasnya, di bawah ini disajikan konversi bilangan decimal ke bilangan binary.

### CONVERSI DECIMAL KE BINARY

| DECIMAL | BINARY | DECIMAL | BINARY |
|---------|--------|---------|--------|
| 0       | 0      | 6       | 110    |
| 1       | 1      | 7       | 111    |
| 2       | 10     | 8       | 1000   |
| 3       | 11     | 9       | 1001   |
| 4       | 100    | 10      | 1010   |
| 5       | 101    | 11      | 1011   |

Tabel 1

### BINARY-CODED DECIMAL (BCD)

Berbagai IC menggunakan input atau output BCD, baik yang empat digit, delapan digit maupun lebih. BCD adalah angka decimal dimana setiap symbol bilangannya diwakili oleh empat digit binary.

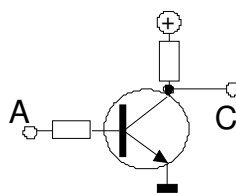
### CONVERSI DECIMAL KE BCD

| DECIMAL | BCD       |         |
|---------|-----------|---------|
|         | PULUHAN   | SATUAN  |
| 49      | = 0 1 0 0 | 1 0 0 1 |
| 26      | = 0 0 1 0 | 0 1 1 0 |
| 17      | = 0 0 0 1 | 0 1 1 1 |

Kelompok binary puluhan mewakili angka decimal puluhan dan kelompok binary satuan mewakili angka decimal satuan.

### TRANSISTOR SWITCHING

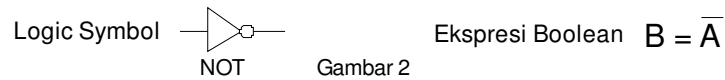
Dalam membahas teknologi digital kita mulai dahulu dengan meninjau transistor switching sebagai berikut ini.



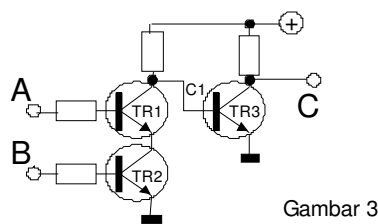
Gambar 1

Bila A di-ground (low), maka C potensialnya tinggi (high) dan bila A diberi potensial (high), maka transistor akan menghantar sehingga potensial pada C menjadi kecil sekali (low). Dengan lain ekspresi, dikatakan bila  $A=0$  maka  $C=1$  sedangkan bila  $A=1$  maka  $C=0$ .

Circuit itu dinamakan inverter dan dalam teknologi digital disebut NOT-gate dan diberikan symbol logic dan ekspresi Boolean :

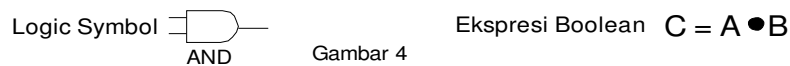


Selanjutnya kita perhatikan circuit yang terdiri atas tiga transistor switching seperti pada gambar berikut ini.

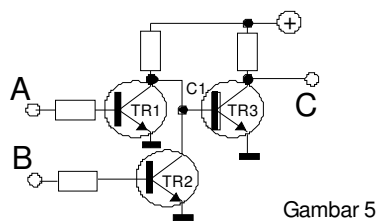


Bila pada A low dan B low, maka C1 high dan TR3 tidak menghantar sehingga C pada posisi low. Bila A high dan B tetap low, maka C tetap pada posisi low dan begitua sebaliknya. C akan menjadi high hanya bila A dan B kedua-duanya high.

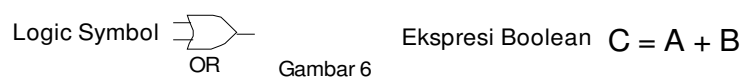
Circuit itu disebut AND-gate dengan symbol logic dan ekspresi Boolean sebagai berikut :



Berikutnya kita perhatikan circuit pada gambar 5 berikut ini.

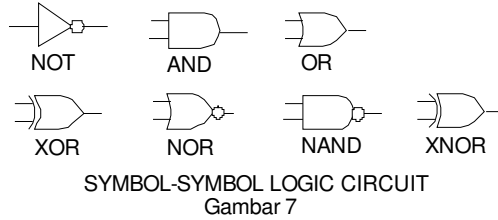


Pada circuit di atas, C akan high bila salah satu A atau B dalam posisi high, circuit itu disebut OR-gate.

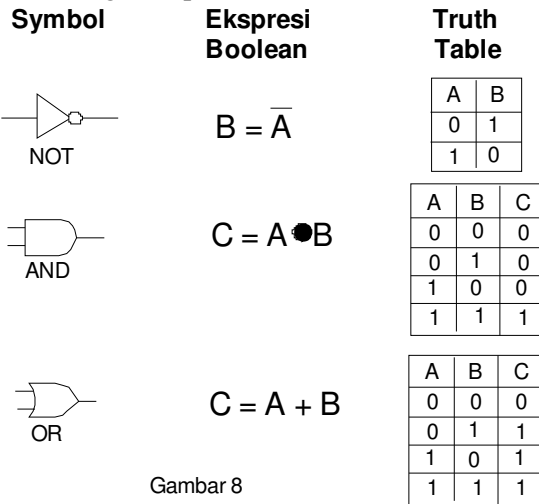


## ALJABAR BOOLEAN

Setelah kita mendalami transistor switching, kita akan menengok sejenak pada aljabar Boolean.



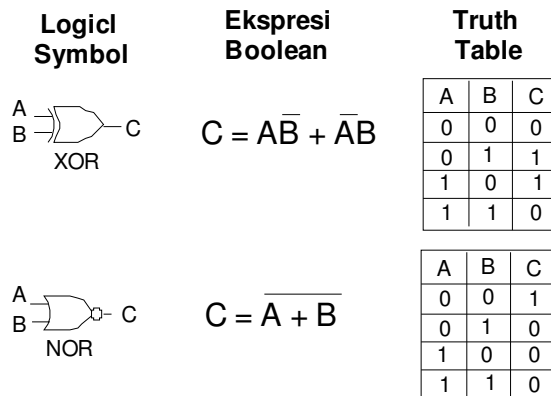
Aljabar Boolean digunakan untuk menjelaskan dan merancang suatu rangkaian digital binary. Operasi dasarnya adalah logical operation AND, OR dan NOT.



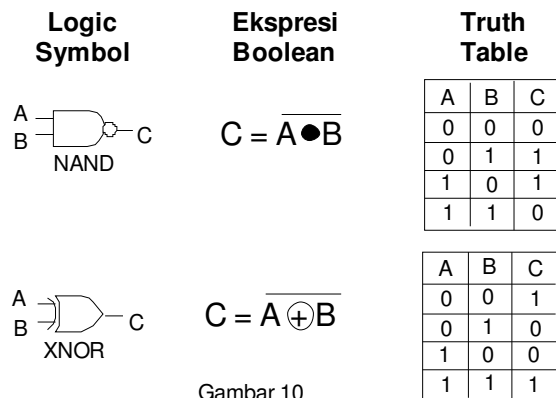
Gambar 8

Berikutnya kita akan mencoba untuk mengadakan kombinasi circuit-circuit logic tersebut di atas.

### COMMON GATES

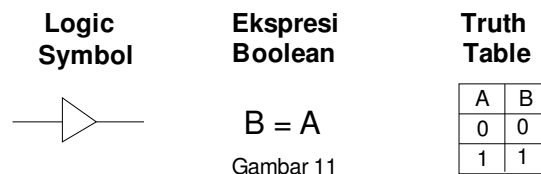


Gambar 9



Gambar 10

### NON INVERTING BUFFER



Gambar 11

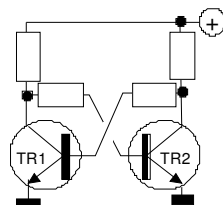
Dalam tulisan ini tidak dibahas secara lebih mendalam tentang aljabar Boolean, hanya sekedar menunjukkan bahwa untuk mendalami lebih lanjut tentang design suatu logic circuit diperlukan pengetahuan tentang ilmu hitung ini.

### SEQUENTIAL LOGIC

Kita telah membahas kombinasi logic yang outputnya tergantung hanya dari input. Suatu kelas logic yang lain ialah *sequensial logic*, dimana outputnya tidak hanya tergantung dari input tetapi juga kepada output, type feedback ini memerlukan memory. Jenis yang sederhana adalah *flip-flop*, disebut juga bistable-multivibrator atau Eccles-Jordan circuit.

### BISTABLE MULTIVIBRATOR

Pada dasarnya multivibrator adalah dua amplifier dengan feedback positif dari output amplifier kedua ke input amplifier yang pertama. Multivibrator ini mempunyai dua keadaan stabil.



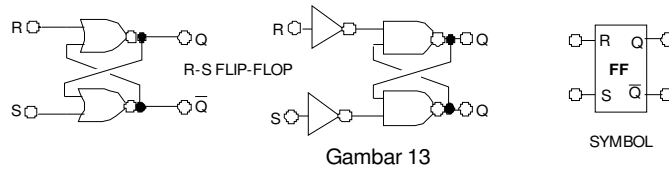
Gambar 12

Keadaan stabil pertama adalah bila Tr1 tidak menghantar, maka Basis Tr2 pasti pada posisi low dan berarti Tr2 menghantar. Keadaan ini stabil sampai ada switching-pulse yang

mengakibatkan Tr1 menghantar, dengan begitu Tr2 tidak menghantar dan terjadilah keadaan stabil kedua.

## FLIP-FLOP

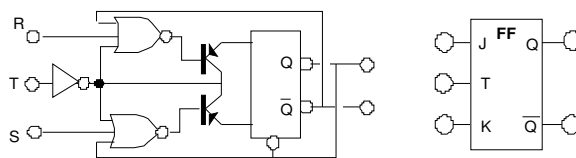
Flip-flop adalah sequential logic binary dengan dua stable state, yang pertama adalah *set* state (1 state), yang kedua *reset* state (state 0). Suatu flip-flop dapat terdiri dari kombinasi elemen logic misalnya :



Gambar 13

## J-K FLIP-FLOP

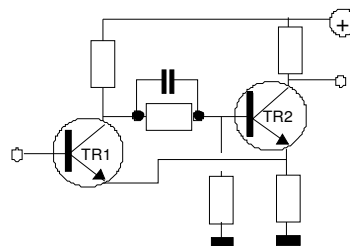
Pada flip-flop jenis ini dilengkapi dengan suatu clock, elemen logic ini diberikan symbol kotakseperti terlihat pada gambar 14.



Gambar 14

## SCHMITT TRIGER

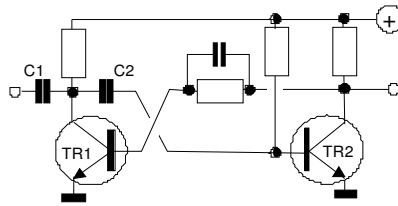
Schmitt Triger juga termasuk dalam rangkaian bistable, adapun rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 15 berikut ini. Rangkaian Schmitt Triger ini banyak digunakan sebagai diskriminator.



Gambar 15

## MONOSTABLE MULTIVIBRATOR

Monostable multivibrator yang disebut juga one shot multivibrator hanya mempunyai satu stable sate, berbeda dengan bistable multivebrator, coupling pada rangkaian ini bukan DC coupling seoerti pada bistable multivibrator akan tetapi menggunakan AC coupling.

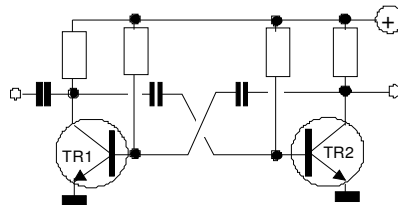


Gambar 16

Keadaan stabil pertama adalah bila Tr1 tidak menghantar, dan pada keadaan ini T2 menghantar. Keadaan stabil ini akan terganggu bila melalui C1 diberikan negative trigger pulse.

### ASTABLE MULTIVIBRATOR

Astable multivibrator atau disebut free-running multivibrator adalah multivibrator yang tidak mempunyai stable state yang permanen. Setiap transistor secara bergantian saturated dan cut off.



Gambar 17

### COUNTER

Counter terdiri atas flip-flop yang dihubungkan secara seri, perubahan state pada tahap pertama mempengaruhi tahap berikutnya dan seterusnya.

Counter merupakan rangkaian yang dapat menyimpan pulsa, mengeluarkan pulsa bila simpanan mencapai angka tertentu. Counter umumnya memberikan indikasi hasil hitungannya berupa Binary-Coded Decimal, sehingga dengan bantuan BCD to 7 segment decoder hasil hitungannya dapat didisplay.

### REGISTER.

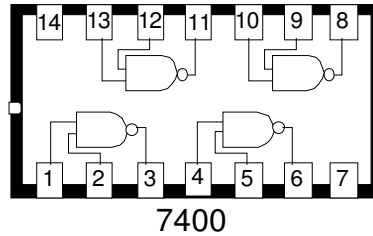
Suatu rangkaian logic yang terdiri atas sekelompok flip-flop dengan susunan tertentu yang dapat dipekerjakan sebagai penyimpanan data dinamakan register.

### MERANGKAI LOGIC CIRCUIT.

Uraian di atas merupakan dasar-dasar pengetahuan logic circuit. Dalam praktek circuit-circuit tersebut atau circuit yang lebih kompleks lagi telah disusun oleh pabrik pembuat IC dan

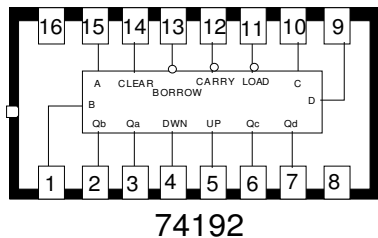
dikemas dalam suatu kemasan yang kecil. Rasanya logic circuit yang kompleks sudah tidak praktis lagi apabila harus disusun dengan menggunakan transistor.

Beberapa contoh IC jenis TTL dan jenis CMOS yang memuat logic-logic circuit dapat dilihat pada gambar berikut ini.



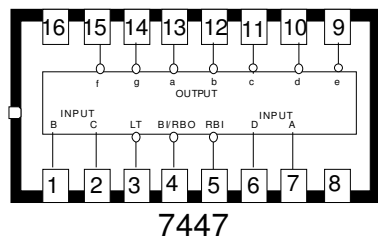
Gambar 18

IC 7400 berisi 4 NAND gate yang banyak digunakan karena mempunyai banyak kemungkinan rangkaian yang dapat dibuat untuk suatu keperluan tertentu.



Gambar 19

IC 74192 adalah Synchronous UP/DOWN Decade Counter yang pada contoh ini kita akan gunakan sebagai pengontrol frekuensi suatu PLL Frequency Synthesizer.



Gambar 20

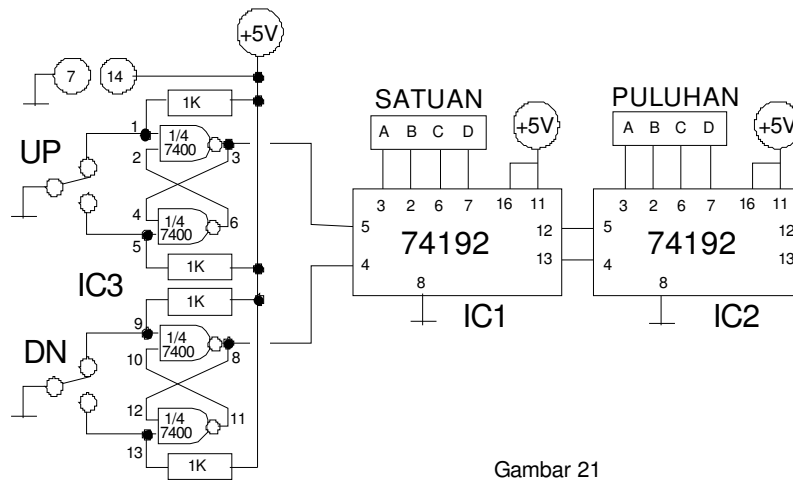
IC 7447 adalah BCD to Seven Segment Decoder yang pada contoh ini kita akan gunakan sebagai display pada frekuensi kerja suatu PLL.

### UP-DOWN SWITCH UNTUK PLL.

Dalam contoh penggunaan IC TTL kali ini, kita akan mencoba mengajukan suatu design UP-DOWN Switch untuk mengatur frekuensi kerja suatu PLL yang menggunakan TC 9122.

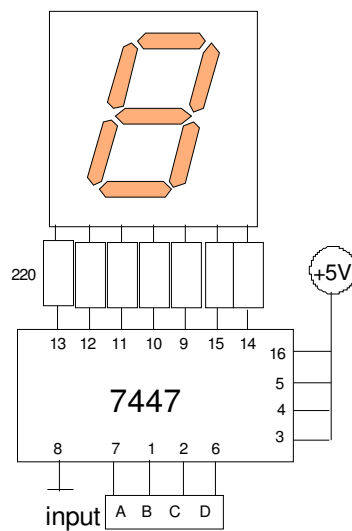
Pertama-tama akan kita ambil IC 7400 untuk membuat dua buah flip-flop sebagai masukan kepada counter 74192 sebagai berikut ini.





Gambar 21

Dengan design tadi, bila tombol UP ditekan, IC1 akan menghitung maju, dan hasil hitungannya akan dikeluarkan sebagai Binary Coded Decimal melalui pin 3, 2, 6 dan 7. Apabila hitungan pada IC1 sudah mencapai 10, maka IC1 akan memberikan satu pulsa ke IC2 sehingga IC2 akan menghitung maju SATU dan IC1 kembali ke hitungan NOL. Output BCD ini selanjutnya digunakan sebagai input pada PLL untuk mengatur frekuensi kerjanya.



Gambar 22

Apabila output tersebut dicuplik dan digunakan sebagai input pada IC 7447 untuk menhidupkan 7 segmen, maka hasil hitungan tadi dapat dis-display.

Jakarta, Mei 1998.