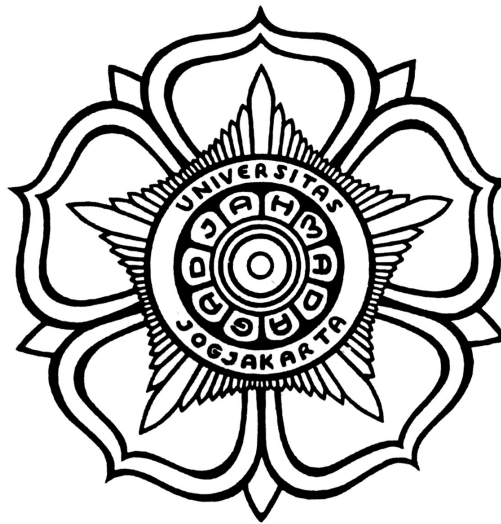


MODUL 01

# PRAKTIKUM SISTEM DIGITAL

TNF 2178 - 1 SKS



Disusun oleh:  
**Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D.**  
dan  
Tim Asisten Praktikum Sistem Digital

**LABORATORIUM SENSOR DAN SISTEM TELEKONTROL  
DEPARTEMEN TEKNIK NUKLIR DAN TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS GADJAH MADA  
2018**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya modul praktikum Sistem Digital. Sesuai dengan motto kami yaitu “Tiada Hari Tanpa Peningkatan Mutu”, maka buku ini adalah suatu realisasi untuk terus berusaha meningkatkan mutu praktikum.

Struktur dari buku ini diharapkan memenuhi standar dari sebuah buku petunjuk praktikum dengan bagian pada setiap BAB-nya terdapat: tujuan, materi, teori, alat dan bahan, prosedur praktikum, percobaan dan latihan. Untuk peserta praktikum diharapkan sudah membaca seluruh bagian dari buku petunjuk praktikum ini sebelum praktikum dimulai dan melakukan praktikum sesuai dengan prosedur yang ditetapkan.

Instruktur praktikum mempunyai tugas memberikan arahan tentang pelaksanaan praktikum sekaligus memberikan bimbingan dalam penyelesaian setiap percobaan maupun latihan.

Demikian kata pengantar ini yang mencoba memberikan sedikit arahan tentang tujuan dibuatnya buku petunjuk praktikum ini. Selanjutnya untuk masa yang mendatang akan terus dikembangkan kualitasnya, baik dari segi substansi maupun metode penyusunan dan penyampaiannya. Akhir kata tiada gading yang tak retak, dan demi peningkatan kualitas dari buku petunjuk praktikum ini, kami selalu mengharapkan saran dan kritik membangun dari para pembaca.

Yogyakarta, 28 Februari 2018

**Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D.**



**Tata Tertib Praktikum Sistem Digital  
Laboratorium Sensor dan Sistem Telekontrol  
Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika  
Fakultas Teknik - Universitas Gadjah Mada**

**I. Pemakaian Laboratorium**

1. Yang diperbolehkan menggunakan fasilitas Laboratorium adalah mahasiswa Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada yang terdaftar dan aktif paling tidak pada tahun akademik yang sedang berlangsung.
2. Laboratorium Sensor dan Sistem Telekontrol hanya dapat digunakan pada jam kerja yang telah ditentukan. Di luar jam tersebut, pemakaian laboratorium harus seijin pejabat yang berwenang.
3. Peralatan dan semua fasilitas laboratorium tidak diperbolehkan dipindah-tempatkan, kecuali atas seijin pejabat yang berwenang.
4. Mahasiswa yang sedang menggunakan laboratorium dilarang membawa keluar fasilitas tanpa ijin pejabat yang berwenang.
5. Mahasiswa dilarang membawa teman/mahasiswa luar ke dalam laboratorium tanpa ijin pimpinan/penanggung jawab laboratorium.

**II. Kewajiban Praktikan**

1. Hadir selambat-lambatnya 10 menit sebelum praktikum dimulai.
2. Hadir untuk seluruh acara praktikum agar dapat memenuhi keutuhan absensi sebagai persyaratan kelulusan.
3. Mengikuti tes/ujian/kuis praktikum yang dilakukan oleh asisten yang bersangkutan.
4. Mengumpulkan laporan dan tugas lain yang diberikan oleh asisten/dosen.
5. Kerusakan alat akibat keteledoran dan kesengajaan pemakaian menjadi tanggung jawab pemakai.
6. Menjaga keserasian, ketenangan dan kebersihan ruangan Laboratorium.
7. Merapikan kembali semua peralatan setelah selesai memakainya.
8. Mengikuti seluruh kegiatan praktikum dalam 1 semester.

**III. Larangan Bagi Praktikan Selama Praktikum**

1. Dilarang makan, minum dan merokok di dalam laboratorium.
2. Membuat gaduh selama jalannya praktikum, sehingga mengganggu konsentrasi praktikan lainnya.
3. Keluar masuk laboratorium tanpa seijin asisten.

#### **IV. Sanksi**

1. Terhadap pelanggaran TATA TERTIB di atas, asisten berhak menjatuhkan sanksi dengan peraturan berlaku :
  - a. Pelanggaran Poin II.4. tidak diperbolehkan mengikuti praktikum.
  - b. Pelanggaran Poin II.8. tidak diperkenankan mengikuti ujian.
  - c. Pelanggaran poin lainnya dikenakan sanksi teguran sampai sanksi akademik.

#### **V. Jadwal dan Tugas Akhir (Responsi) Kelompok Praktikum**

1. Masing-masing kelompok praktikan mengikuti praktikum sesuai dengan modul mingguan sesuai jadwal.
2. Lama praktikum setiap modulnya  $\pm 3$  jam.
3. Hubungi asisten praktikum Anda untuk konfirmasi perihal tugas praktikum (*pre-test/post-test*) sebelum Anda mengikuti praktikum tersebut.
4. Khusus untuk responsi, dua kelompok praktikan silahkan bergabung dan membuat satu alat instrumen berbasis sistem digital. Alat ini dikumpulkan ketika ujian akhir semester (tanggal pengumpulan akan diumumkan berikutnya). Untuk membantu Anda membuat alat tersebut, silahkan berkonsultasi dengan asisten praktikum.
5. Apabila ada pertanyaan lebih lanjut, hubungi Koordinator Asisten (**Memory Waruwu, S.T., M.Eng.** → HP. 0852 280 97179) atau Laboran (**Winarno** → HP. 0857 292 60576)

## SD 1

# DASAR-DASAR LOGIKA & RANGKAIAN KOMBINASIONAL

### 1.1 Tujuan

- a. Mahasiswa mengenal dasar-dasar logika, operasi-operasi yang berlaku dan teknik matematis yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan logika.
- b. Mahasiswa mengenal implementasi gerbang-gerbang ke dalam bentuk *hardware* (IC / *Integrated Circuits*).
- c. Mahasiswa dapat menjelaskan rangkaian logika secara aljabar dengan menggunakan ekspresi boolean.
- d. Mahasiswa dapat mengevaluasi *output* dari suatu rangkaian logika.
- e. Mahasiswa dapat mengimplementasikan rangkaian dari ekspresi boolean.

### 1.2 Materi

- a. Operasi-operasi logika dasar
- b. Tabel kebenaran
- c. Gerbang-gerbang logika (*Logic Gates*)
- d. Sekilas tentang IC TTL
- e. Aljabar Boolean
- f. Rangkaian ekuivalen

## 1.3 Teori

### 1.3.1 Rangkaian Dasar Logika

Dalam Sistem Digital sering kita lihat gerbang-gerbang logika. Gerbang tersebut merupakan rangkaian dengan satu atau lebih dari satu sinyal masukan tetapi hanya menghasilkan satu sinyal keluaran. Gerbang juga merupakan rangkaian digital (dua keadaan), karena sinyal masukan dan sinyal keluaran hanya berupa tegangan tinggi atau tegangan rendah. Dengan demikian gerbang sering disebut rangkaian logika karena analisisnya dapat dilakukan dengan aljabar Boolean.

Ada beberapa rangkaian logika dasar yang dikenal, diantaranya adalah :Inverter (NOT), AND, OR, NAND, NOR, X-OR, X-NOR.

Gerbang yang diterjemahkan dari istilah asing gate, adalah elemen dasar dari semua rangkaian yang menggunakan sistem digital. Boleh jadi mereka mengenal istilah pencacah (*counter*), *multiplexer* ataupun *encoder* dan *decoder* dalam teknik digital, tetapi adakalanya mereka tidak tahu dari apa dan bagaimana alat-alat tersebut dibentuk. Ini dikarenakan oleh mudahnya mendapatkan fungsi tersebut dalam bentuk satu serpih IC (*Integrated Circuit*). Bagi yang telah mengetahui dari apa dan bagaimana suatu fungsi digital seperti halnya pencacah dibentuk hal ini tak akan menjadi masalah, namun bagi pemula dan otodidak yang terbiasa menggunakan serpih IC berdasarkan penggunaannya akan menjadi memiliki pendapat yang salah mengenai teknik digital.

Semua fungsi digital pada dasarnya tersusun atas gabungan beberapa gerbang logika dasar yang disusun berdasarkan fungsi yang diinginkan. Gerbang-gerbang dasar ini bekerja atas dasar logika tegangan yang digunakan dalam teknik digital. Logika tegangan adalah asas dasar bagi gerbang-gerbang logika. Dalam teknik digital apa yang dinamakan logika tegangan adalah dua kondisi tegangan yang saling berlawanan. Kondisi tegangan “ada tegangan” mempunyai istilah lain “berlogika satu” (1) atau “berlogika tinggi” (*high*), sedangkan “tidak ada tegangan” memiliki istilah lain “berlogika nol” (0) atau “berlogika rendah” (*low*).

### 1.3.2 Operasi-operasi Logika Dasar

Ada beberapa operasi-operasi dasar pada suatu rangkaian logika dan untuk menunjukkan suatu perilaku dari operasi-operasi tersebut biasanya ditunjukkan dengan menggunakan suatu tabel kebenaran. Tabel kebenaran berisi *statement-statement* yang hanya berisi:

1. Benar yang dilambangkan dengan huruf “T” kependekan dari “*True*” atau dapat juga dilambangkan dengan angka ‘1’; atau
2. Salah yang dilambangkan dengan huruf “F” kependekan dari “*False*” atau dapat juga dilambangkan dengan angka ‘0’.



Adapun operasi-operasi dasar logika adalah sebagai berikut:

- **Operasi INVERS**

Operasi **INVERS** ini dilambangkan dengan tanda “ $-$ ” di atas variabel atau tanda *single apostrophe* “ $'$ ”.

Operasi **INVERS** ini akan mengubah logic benar/1 menjadi logic salah/0 dan begitu pula sebaliknya akan mengubah logic salah/0 menjadi logic benar/1. Operasi ini dapat ditunjukkan dengan tabel kebenaran sebagai berikut:

$A$	$A'$
0	1
1	0

- **Operasi AND**

Operasi **AND** dilambangkan dengan **dot** ( $\cdot$ ). Operasi ini hanya akan menghasilkan nilai benar jika kedua variabel bernilai benar, selain itu akan bernilai salah. Sehingga operasi ini dapat ditabelkan sebagai berikut:

$A$	$B$	$A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- **Operasi OR**

Operasi **OR** dilambangkan dengan **cross** ( $+$ ). Operasi ini hanya akan menghasilkan nilai benar jika salah satu variabelnya bernilai benar. Sehingga operasi ini dapat ditabelkan sebagai berikut:

$A$	$B$	$A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

### 1.3.3 Tabel Kebenaran

Tabel kebenaran adalah tabel yang menunjukkan kombinasi *input* beserta *output*-nya pada suatu kasus logika. Tabel kebenaran berguna sekali untuk menganalisis suatu fungsi logika. Ada kalanya suatu kasus logika ditunjukkan

oleh suatu fungsi logika atau suatu tabel kebenaran. Untuk mempermudah pemahaman perhatikan contoh berikut.

Contoh:

Tunjukkan nilai kebenaran dari suatu fungsi:

$$F = AB'C + ABC'$$

Tabel kebenarannya dapat digambarkan sebagai berikut:

A	B	C	B'	C'	AB'C	ABC'	AB'C + ABC'
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0

### 1.3.4 Gerbang-Gerbang Logika (*Logic Gates*)

Gerbang-gerbang logika yang khususnya dipakai di dalam komputer digital, dibuat dalam bentuk IC (*Integrated Circuit*) yang terdiri atas transistor-transistor, diode dan komponen-komponen lainnya.

Gerbang-gerbang logika ini mempunyai bentuk-bentuk tertentu yang dapat melakukan operasi-operasi INVERS, AND, OR serta NAND, NOR, dan XOR (*Exclusive OR*). NAND merupakan gabungan AND dan INVERS sedangkan NOR merupakan gabungan OR dan INVERS. Masing-masing gerbang tersebut bersama operasinya ditunjukkan oleh Gambar 1.1-1.3.

#### INVERS



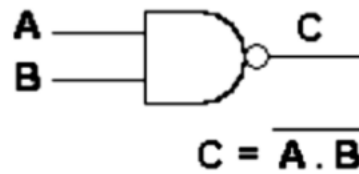
#### AND



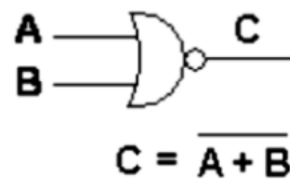
Gambar 1.1: *Logic gates*

ORNAND

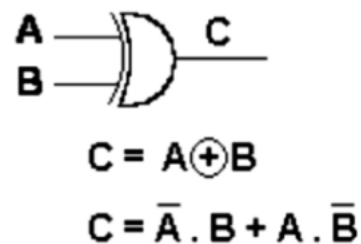
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Gambar 1.2: *Logic gates (2)*NOR

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

XOR

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Gambar 1.3: *Logic gates (3)*

### 1.3.5 Rangkaian Terpadu (IC) Untuk Gerbang-Gerbang Dasar

Setelah mengenal gerbang-gerbang dasar yang digunakan dalam teknik digital, bagi para pemula mungkin saja timbul pertanyaan dimana gerbang-gerbang ini dapat diperoleh?

Jawabannya mudah sekali, karena gerbang-gerbang ini telah dijual secara luas dipasaran dalam IC tunggal (*single chip*). Yang perlu diperhatikan sekarang adalah dari jenis apa dan bagaimana penggunaan dari kaki-kaki IC yang telah didapat. Sebenarnya informasi dari IC-IC yang ada dapat dengan mudah ditemukan dalam buku *data sheet* IC yang sekarang ini banyak dijual. Namun sedikit contoh berikut mungkin akan mempermudah pencarian.

Berikut adalah keterangan mengenai IC-IC yang mengandung gerbang-gerbang logika dasar yang dengan mudah dapat dijumpai dipasaran.

**Catatan:**

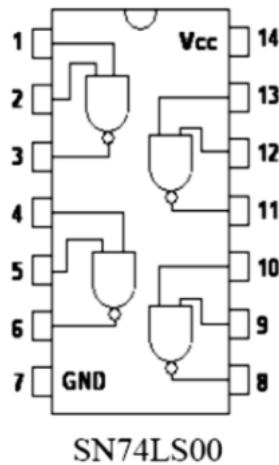
1. Ada dua golongan besar IC yang umum digunakan yaitu TTL dan CMOS.
2. IC dari jenis TTL memiliki mutu yang relatif lebih baik daripada CMOS dalam hal daya yang dibutuhkan dan kekebalannya akan desah.
3. IC TTL membutuhkan catu tegangan sebesar 5 V sedangkan CMOS dapat diberi catu tegangan mulai 8 V sampai 15 V. Hal ini harus diingat benar-benar karena kesalahan pemberian catu akan merusakkan IC.
4. Karena adanya perbedaan tegangan catu maka tingkat tegangan logika juga akan berbeda. Untuk TTL logika satu diwakili oleh tegangan sebesar maksimal 5 V sedangkan untuk CMOS diwakili oleh tegangan yang maksimalnya sebesar catu yang diberikan, bila catu yang diberikan adalah 15 V maka logika satu akan diwakili oleh tegangan maksimal sebesar 15 V. Logika pada TTL dan CMOS adalah suatu tegangan yang harganya mendekati nol.
5. Untuk TTL nama IC yang biasanya terdiri atas susunan angka dimulai dengan angka 74 atau 54 sedangkan untuk CMOS angka ini diawali dengan 40.

### 1.3.6 Sekilas tentang IC TTL

Selama ini kita hanya mengenal simbol-simbol suatu gerbang logika. Di dalam praktiknya suatu gerbang-gerbang logika ini dikemas dalam suatu IC (*integrated circuits*). Salah satu diantaranya yang terkenal adalah TTL (*transistor-transistor logic*). Setiap IC TTL ini mempunyai seri-seri tersendiri yang sudah ditetapkan oleh pabrik. Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah salah satu contoh *data book* dari TTL seri 74 yaitu **SN74LS00**, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.4.

Seri 74LS (*low power* dengan *Scottky-clamp diodes*), untuk seri yang sama seperti seri 74L (*low power*) seri 74H (*high power*) dan seri 74S (*fast speed*).

Penggunaan *scottky diodes* dengan rangkaian transistor paling banyak memberikan *transistor switching* tercepat karena waktu propagasinya terpendek, sedangkan 74H memboroskan tenaga terbesar dan menangani arus *output* terbesar. TTL ini hanya akan bekerja jika pin-pin *power* IC tersebut (GND



Gambar 1.4: IC SN74LS00

untuk arus minus dan Vcc untuk arus plus) dihubungkan dengan sumber tegangan.

### 1.3.7 Rangkaian Kombinasional

Rangkaian kombinasional adalah rangkaian yang *output*-nya hanya tergantung pada *input* “pada saat itu”. Pada prinsipnya, rangkaian kombinasional merupakan penerapan dan penerjemah langsung dari aljabar boolean, yang biasanya dinyatakan sebagai fungsi logika. Operator logika yang digunakan dalam aljabar boolean adalah inversi/negasi (NOT), perkalian logika (AND), penambahan logika (OR).

Aturan dalam aljabar klasik juga berlaku pada Aljabar Boolean, yaitu:

1. *Commutative law of addition* :  $A + B = B + A$ , and *multiplication*:  $AB = BA$ .
2. *Associative law of addition*:  $A + (B + C) = (A + B) + C$ , and *multiplication*:  $A(BC) = (AB)C$ .
3. *Distributive law*:  $A(B + C) = AB + AC$ , and  $(A + B)(C + D) = AC + AD + BC + BD$ .

### 1.3.8 Aljabar Boolean

Aljabar Boolean merupakan bagian dari matematika yang telah banyak dipergunakan dalam rangkaian digital dan komputer. Setiap keluaran dari suatu atau kombinasi beberapa buah gerbang dapat digunakan dalam suatu rangkaian logika yang disebut ungkapan Boolean.

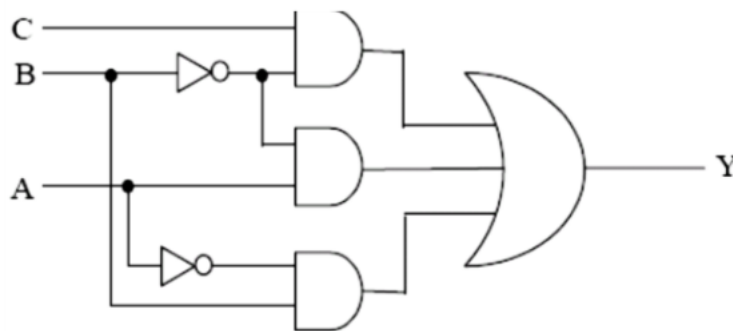
Aljabar Boolean mempunyai notasi sebagai berikut :

1. Fungsi NOT dinyatakan dengan notasi garis atas (*over line*) pada masukannya, sehingga gerbang NOT dengan masukan A dapat ditulis :  $Y = \bar{A}$  (NOT A)
2. Fungsi OR dinyatakan dengan simbol plus (+), sehingga gerbang OR dengan masukan A dan B dapat ditulis :  $Y = A + B$  atau  $Y = B + A$
3. Fungsi AND dinyatakan dengan notasi titik ( $\bullet$ ), sehingga gerbang AND dinyatakan dengan :  $Y = A \bullet B$  atau  $Y = B \bullet A$

Misalkan diketahui suatu persamaan :

$$Y = (\bar{A}.B) + (A.\bar{B}) + (\bar{B}.C)$$

Dari persamaan di atas dapat digambarkan bagaimana rangkaian yang digunakan agar sesuai dengan persamaan di atas.



Ekspresi Boolean merupakan suatu cara yang baik untuk menggambarkan bagaimana suatu rangkaian logika beroperasi. Tabel kebenaran merupakan metode lain yang tepat untuk menggambarkan bagaimana suatu rangkaian logika bekerja. Dari suatu tabel kebenaran dapat diubah ke dalam ekspresi Boolean dapat dibuat tabel kebenarannya. Teori-teori aljabar boolean ini merupakan aturan-aturan dasar hubungan antara variabel-variabel boolean. Aturan ini digunakan untuk memanipulasi dan menyederhanakan suatu rangkaian logika ke dalam bentuk yang bervariasi.

Adapun teori-teori aljabar boolean ini dapat kita rangkum menjadi bentuk-bentuk seperti berikut ini:

### Fungsi Boolean

- **Fungsi Boolean** (disebut juga fungsi biner) adalah pemetaan dari  $B^n$  ke  $B$  melalui ekspresi Boolean, kita menuliskannya sebagai

$$f : B^n \rightarrow B$$

yang dalam hal ini  $B^n$  adalah himpunan yang beranggotakan pasangan terurut ganda- $n$  (*ordered  $n$ -tuple*) di dalam daerah asal  $B$ .

- Setiap ekspresi Boolean tidak lain merupakan fungsi Boolean.

**Hukum-hukum Aljabar Boolean**

1. Hukum identitas: (i) $a + 0 = a$ (ii) $a \cdot 1 = a$	2. Hukum idempoten: (i) $a + a = a$ (ii) $a \cdot a = a$
3. Hukum komplemen: (i) $a + a' = 1$ (ii) $aa' = 0$	4. Hukum dominansi: (i) $a \cdot 0 = 0$ (ii) $a + 1 = 1$
5. Hukum involusi: (i) $(a')' = a$	6. Hukum penyerapan: (i) $a + ab = a$ (ii) $a(a + b) = a$
7. Hukum komutatif: (i) $a + b = b + a$ (ii) $ab = ba$	8. Hukum asosiatif: (i) $a + (b + c) = (a + b) + c$ (ii) $a(bc) = (ab)c$
9. Hukum distributif: (i) $a + (bc) = (a + b)(a + c)$ (ii) $a(b + c) = ab + ac$	10. Hukum De Morgan: (i) $(a + b)' = a'b'$ (ii) $(ab)' = a' + b'$
11. Hukum 0/1 (i) $0' = 1$ (ii) $1' = 0$	

Aksioma	Logika	Aljabar Boolean
<i>Identities</i>	$p \mid F = p$ $p \mid T = p$	$A + 0 = A$ $A \cdot 1 = A$
<i>Boundedness</i>	$p \mid T = T$ $p \mid F = F$	$A + 1 = 1$ $A \cdot 0 = 0$
<i>Commutative</i>	$p \mid q = q \mid p$ $p \mid q = q \mid p$	$A \cdot B = B \cdot A$ $A + B = B + A$
<i>Associative</i>	$(p \mid q) \mid r = p \mid (q \mid r)$ $(p \mid q) \mid r = p \mid (q \mid r)$	$(A + B) + C = A + (B + C)$ $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$
<i>Distributive</i>	$p \mid (q \mid r) = (p \mid q) \mid (p \mid r)$ $p \mid (q \mid r) = (p \mid q) \mid (p \mid r)$	$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$ $A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$
<i>Complement Laws</i>	$p \mid \sim p = T$ $p \mid \sim p = F$	$A + \neg A = 1$ $A \cdot \neg A = 0$
<i>Uniqueness of Complement</i>	$p \mid q = T, p \mid q = F \rightarrow q = \sim p$	$A + X = 1, A \cdot X = 0 \rightarrow X = \neg A$
<i>Involution</i>	$\sim(\sim p) = p$ $\sim F = T$ $\sim T = F$	$\neg(\neg A) = A$ $\neg 0 = 1$ $\neg 1 = 0$
<i>Idempotent</i>	$p \mid p = p$ $p \mid p = p$	$A + A = A$ $A \cdot A = A$
<i>Absorption</i>	$p \mid (p \mid q) = p$ $p \mid (p \mid q) = p$	$A + (A \cdot B) = A$ $A \cdot (A + B) = A$
<i>DeMorgan's</i>	$\sim(p \mid q) = \sim p \mid \sim q$ $\sim(p \mid q) = \sim p \mid \sim q$	$\neg(A + B) = \neg A \cdot \neg B$ $\neg(A \cdot B) = \neg A + \neg B$

- Misalkan sebuah fungsi Boolean adalah

$$f(x, y, z) = xyz + x'y + y'z$$

Fungsi  $f$  memetakan nilai-nilai pasangan terurut ganda-3  $(x, y, z)$  ke himpunan 0,1. Contohnya,  $(1,0,1)$  yang berarti  $x = 1$ ,  $y = 0$ , dan  $z = 1$  sehingga  $f(1,0,1) = 1 \cdot 0 \cdot 1 + 1' \cdot 0 + 0' \cdot 1 = 0 + 0 + 1 = 1$ .

**Komplemen Fungsi**

1. Cara pertama: menggunakan hukum De Morgan

Hukum De Morgan untuk dua buah peubah,  $x_1$  dan  $x_2$ , misalkan  $f(x, y, z) = x(y'z' + yz)$ , maka:

$$\begin{aligned} f'(x, y, z) &= (x(y'z' + yz))' \\ &= x' + (y'z' + yz)' \\ &= x' + (y'z')'(yz)' \\ &= x' + (y + z)(y' + z') \end{aligned}$$

2. Cara kedua: menggunakan prinsip dualitas.

Tentukan dual dari ekspresi Boolean yang merepresentasikan  $f$ , lalu komplementkan setiap literal di dalam dual tersebut.

Misalkan  $f(x, y, z) = x(y'z' + yz)$ ,

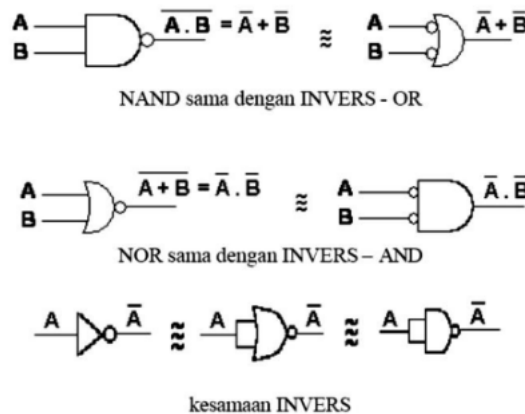
Maka dual dari  $f$  :  $x + (y'z')(y + z)$

komplementkan tiap literalnya:  $x' + (y + z)(y' + z') = f'$

Jadi,  $f'(x, y, z) = x' + (y + z)(y' + z')$

### 1.3.9 Rangkaian Ekuivalen

Dalam mendesain rangkaian logika, seringkali kita diminta untuk menggunakan gerbang-gerbang NAND atau NOR saja. Untuk memudahkan pelaksanaan desain tersebut, maka diberikan rangkaian ekuivalen dari gerbang NAND dan NOR yaitu sebagai berikut:



## 1.4 Alat dan bahan

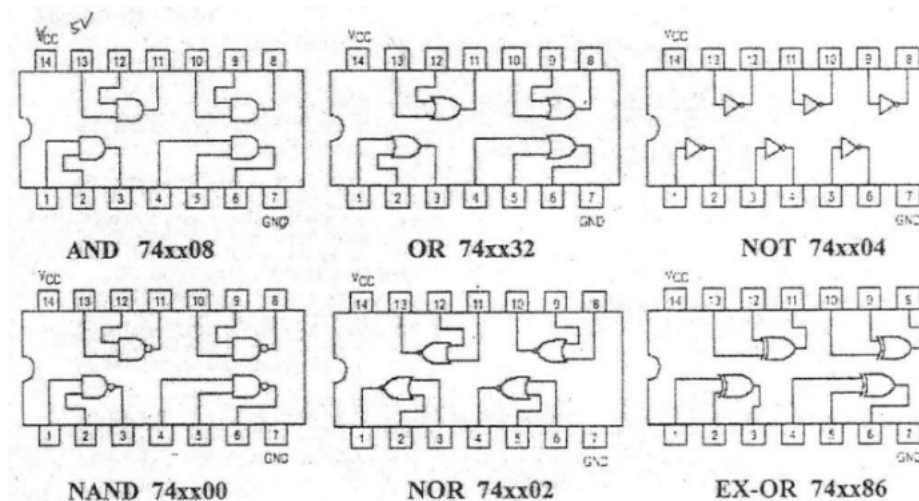
- a. Buku praktikum
- b. Power Project Board
- c. IC AND 74xx08



- d. IC OR 74xx32
- e. IC NOT 74xx04
- f. IC NAND 74xx00
- g. IC NOR 74xx02
- h. IC XOR 74xx86
- i. Lampu LED
- j. Resistor 330  $\Omega$

## 1.5 Metodologi Percobaan

- a. Peserta terlebih dahulu membaca dan mempelajari materi praktikum.
- b. Pada awal pertemuan instruktur menerangkan teori dan cara kerja penggunaan IC dan papan socket IC.
- c. Gerbang logika dasar Keterangan :



- (a) Keluarga IC TTL, ditandai dengan awalan angka 74 dan 54. Label xx menyatakan kemampuan IC tersebut, label xx ini dapat saja berbentuk : Konsumsi *power* yang rendah akan banyak menghemat *power supply* yang diberikan, hemat energi, *speedgate* yang rendah menunjukkan kemampuan yang cepat dalam beroperasi (*high performance*). Dengan kata lain, label menunjukkan *class and price*.

- (b) IC TTL dapat beroperasi dengan syarat:

- a) Kaki/pin Vcc, diberikan tegangan +5 Vdc  $\pm 10\%$

Label xx	Konsumsi Power (mW)	Speed Gate (ns)
<b>None</b> : standard TTL	10	12
<b>L</b> : Low Power TTL	1	33
<b>LS</b> : Lower Power Schottky	2	88
<b>ALS</b> : Advanced Lower Power Schottky	1	4
<b>S</b> : Schottky	18	3
<b>FAST</b>	5	2,5
<b>AS</b> : Advanced Schottky	20	1,7

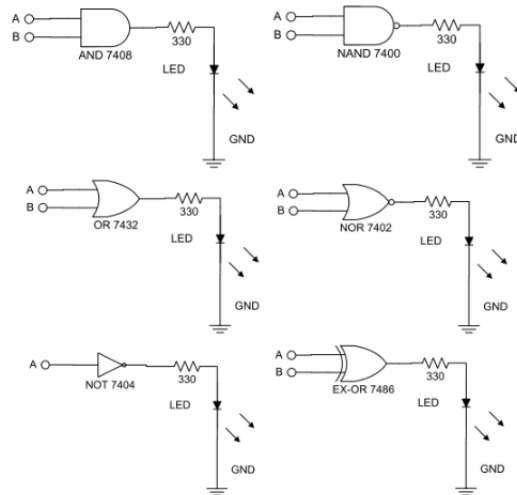
- b) Kaki/pin GND, diberikan tegangan 0 Vdc (Ground)
- (c) Hal-hal yang perlu diperhatikan :
  - a) Kaki/pin 1 dari setiap IC dimulai dari kiri bawah dari tanda (berupa lekukan setengah lingkaran), penomoran selanjutnya dapat tampak pada gambar IC.
  - b) Setiap gerbang adalah independen, dapat dimungkinkan 1 (satu) gerbang rusak, tetapi gerbang yang lainnya belum tentu rusak.
  - c) Tidak semua IC mempunyai pola kaki *input/output* yang sama.
  - d) Pemakaian gerbang adalah pilihan, bebas, tanpa adanya urutan pemakaian.
  - e) Peletakan *power* yang terbaik, jika terjadi kesalahan misalnya; +5 V ke Ground dan atau Ground ke Vcc, dalam beberapa saat akan menyebabkan IC rusak (semua gerbang rusak) yang ditandai dengan memanasnya badan IC.
- (d) Tentang Project Board
 

Setiap titik/lobang yang berjumlah 5 dalam kondisi terhubung.

## 1.6 Percobaan

- a. Matikan *power project board*
- b. Masukkan IC yang akan diamati ke tempat yang sesuai, diperbolehkan memasang beberapa IC sekaligus. Kemudian, hubungkan kaki Vcc IC ke catu daya +5 Vdc dengan menggunakan kabel/*jumper*, demikian juga kaki GND dihubungkan ke *ground* pada *project board*.
- c. Hubungkan *input* A dan B atau A saja (pada gerbang NOT) ke saklar.
- d. Hubungkan *output* gerbang dengan LED, di antaranya diberi R 330  $\Omega$ . Pengamatan kaki *output* ditujukan pada kaki yang terhubung ke saklar.
- e. Nyalakan *power project board*. Isi tabel dengan angka 1 jika LED menyala dan angka 0 untuk sebaliknya.

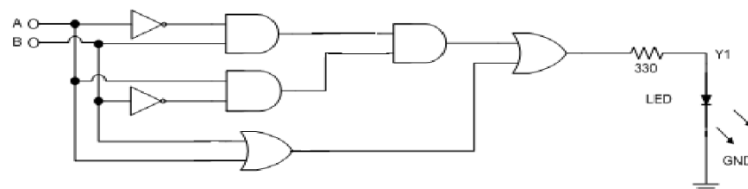
f. Rangkaian gerbang logika yang akan dibuat mengacu pada Gambar 1.5:



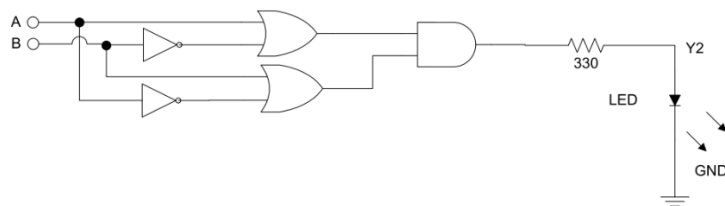
Gambar 1.5: Rangkaian yang dibuat

g. Rangkaian kombinasional yang akan dibuat mengacu pada Gambar 1.6 dan 1.7:

### 1) Dua Input

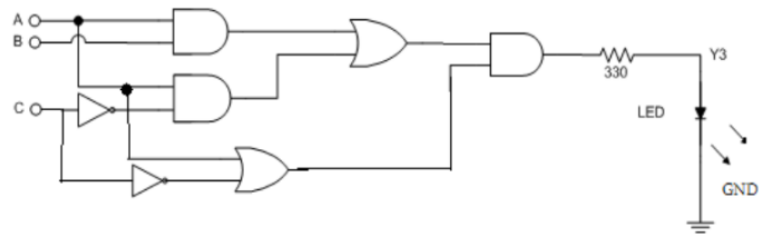


(1.a)

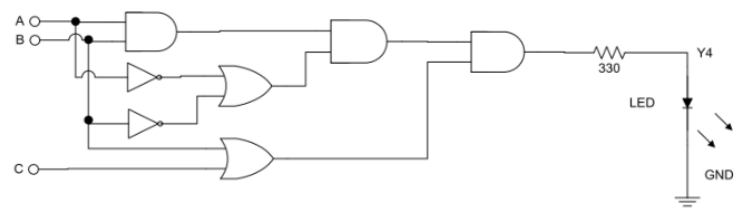


(1.b)

Gambar 1.6: Rangkaian kombinasional 2 input

**2) Tiga Input**

(2.a)



(2.b)

Gambar 1.7: Rangkaian kombinasional 3 *input*

**TABEL HASIL PENGAMATAN**

INPUT		OUTPUT					
B	A	AND 7408	OR 7432	NOT 7404	NAND 7400	NOR 7402	EX-OR 7486
0	0						
0	1						
1	0						
1	1						

**DUA INPUT**

INPUT		OUTPUT		NOTASI	
B	A	Y1	Y2	Y1 =.....	Y2 =.....
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

**TIGA INPUT**

INPUT			OUTPUT			NOTASI		
C	B	A	Y3	Y4	Y5	Y3 =.....	Y4 =.....	Y5 =.....
0	0	0						
0	0	1						
0	1	0						
0	1	1						
1	0	0						
1	0	1						
1	1	0						
1	1	1						



## DAFTAR PUSTAKA

David Bucchlah, Wayne McLahan, “Applied Electronic Instrumentation And Measurement”, MacMilian Publishing Company, 1992.

Eggebrecht, Lewis C., Interfacing to The IBM PC, Howard W. Sams & Co., Indianapolis, 1987.

Hall, Douglas V., Microprocessor and Interfacing : Programming and Hardware, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

Hodges D. , Jacson, Nasution S. “Analisa dan Desain Rangkaian Terpadu Digital”, Erlangga, Jakarta, 1987.

Ian Robertson Sinclair, Suryawan, “Panduan Belajar Elektronik Digital”, ElexMedia Komputindo, Jakarta, 1993.

K.F. Ibrahim, “Teknik Digital”, Andi Offset , Jakarta, 1996.

Sendra, Smith, Keneth C., “ Rangkaian Mikroelektronika”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1989.

Singh, Avtar & Walter A. Triebel, The 8088 Microprocessor : Programming, Interfacing, Software, Hardware and Applications, Prentice-Hall International Inc., New Jersey, 1987.

Sofyan H. Nasution, “Analisa dan Desain Rangkaian Terpadu Digital”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1987.

Sutrisno, “Rangkaian Digital dan Rancangan Logika”, Erlangga, Jakarta, 1990.

Tokheim. R., “Elektronika Digital”, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1995.

Wijaya Widjanarka N., “Teknik Digital”, Erlangga, Jakarta, 2006.