



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

LAB SHEET TEKNIK DIGITAL

Semester 2	LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II		4 X 60 Menit
No. LST/EKO/DEL 214/02	Revisi : 04	Tgl : 1 Februari 2012	Hal 1 dari 8

1. Kompetensi

Memahami hukum aljabar Boolean termasuk hukum De Morgan, dan prinsip Sum of Product

2. Sub Kompetensi

- Memahami penerapan hukum aljabar Boolean untuk menyederhanakan rangkaian, dan menerapkan dalam rangkaian logika.
- Memahami penerapan hukum De Morgan I dan II untuk menyederhanakan rangkaian, dan menerapkan dalam rangkaian logika.
- Memahami penerapan prinsip Sum of Product untuk mendesain rangkaian logika bila diketahui tabel kebenaran dari rangkaian.

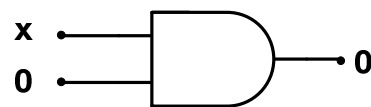
3. Dasar Teori

Untuk menjelaskan rangkaian digital digunakan persamaan fungsi yang disebut dengan aljabar Boolean. Fungsi-fungsi dari persamaan aljabar Boolean digambarkan dengan persamaan $M = f(X)$, dimana M merupakan keluaran dan X adalah masukan. Jumlah masukan bisa bervariasi, 1 atau lebih. Persamaan aljabar Boolean misalnya adalah $M = f(A,B,C) = (\overline{A + B}) \cdot C$. Persamaan tersebut adalah persamaan rangkaian digital dengan 3 masukan sehingga mempunyai 8 kemungkinan keadaan masukan.

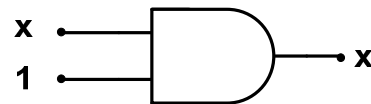
Pada aljabar Boolean terdapat hukum-hukum aljabar Boolean yang memungkinkan kita menyederhanakan sebuah persamaan aljabar Boolean ataupun mencari bentuk persamaan aljabar Boolean yang setara namun lebih mudah diimplementasikan dengan gerbang-gerbang yang tersedia.

Hukum-hukum Aljabar Boolean

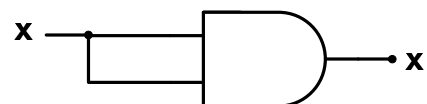
(1) $x \cdot 0 = 0$



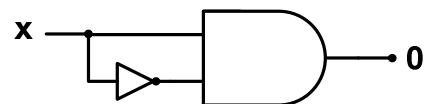
(2) $x \cdot 1 = x$



(3) $x \cdot x = x$



(4) $x \cdot \overline{x} = 0$





FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

LAB SHEET TEKNIK DIGITAL

Semester 2

LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II

4 X 60 Menit

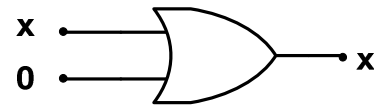
No. LST/EKO/DEL 214/02

Revisi : 04

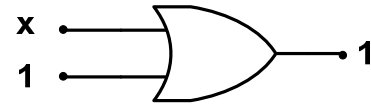
Tgl : 1 Februari 2012

Hal 2 dari 8

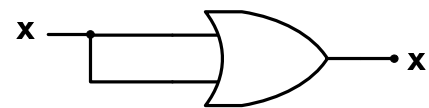
(5) $x + 0 = x$



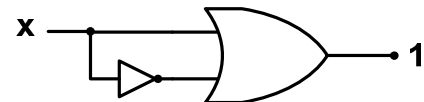
(6) $x + 1 = 1$



(7) $x + x = x$



(8) $x + \bar{x} = 1$



(9) $x + y = y + x$

hukum komutatif

(10) $x \cdot y = y \cdot x$

(11) $x + (y + z) = (x + y) + z = x + y + z$

hukum asosiatif

(12) $x(yz) = (xy)z = xyz$

(13a) $x(y + z) = xy + xz$

hukum distributif

(13b) $(w + x)(y + z) = wy + xy + wz + xz$

(14) $x + xy = x$

(15a) $x + \overline{xy} = x + y$

(15b) $\overline{x} + xy = \overline{x} + y$

(16) $\overline{(x + y)} = \overline{x} \cdot \overline{y}$

Hukum De Morgan

(17) $\overline{(x \cdot y)} = \overline{x} + \overline{y}$

Contoh penggunaan hukum Aljabar Boolean untuk menyederhanakan sebuah persamaan adalah sebagai berikut.

Soal

Sederhanakan $z = (\overline{A} + B)(A + B)$


Penyelesaian

Persamaan di atas dapat dikembangkan dengan menggunakan teorema (13)

$$z = \overline{A} \cdot A + \overline{A} \cdot B + B \cdot A + B \cdot B$$

Dari teorema (4), diketahui $\overline{A} \cdot A = 0$, serta $B \cdot B = B$ [teorema (3)]:

$$z = 0 + \overline{A} \cdot B + B \cdot A + B = \overline{A} \cdot B + B \cdot A + B$$

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
	LAB SHEET TEKNIK DIGITAL			
	Semester 2	LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II		4 X 60 Menit
	No. LST/EKO/DEL 214/02	Revisi : 04	Tgl : 1 Februari 2012	Hal 3 dari 8

Dengan mengeluarkan variabel B [teorema (13)], diperoleh:

$$z = B(\bar{A} + A + 1)$$

Terakhir, dengan teorema (2) dan (6), diperoleh:

$$z = B$$

Sebenarnya selain menggunakan aljabar Boolean, juga terdapat metode peta Karnaugh yang dapat digunakan untuk menyederhanakan sebuah persamaan aljabar Boolean. Untuk metode ini Anda dapat mempelajari sendiri di buku-buk teks Teknik Digital

Teori De Morgan I

Teori ini menyatakan bahwa komplemen dari hasil penjumlahan akan sama dengan hasil perkalian dari masing-masing komplemen. Teori ini melibatkan gerbang OR dan AND. Penulisan dalam bentuk fungsi matematisnya sebagai berikut.

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

Teori De Morgan II

Teori ini menyatakan bahwa komplemen dari hasil kali akan sama dengan hasil penjumlahan dari masing-masing komlemen. Teori ini melibatkan gerbang AND dan OR. Penulisan dalam bentuk fungsi matematisnya sebagai berikut.

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

Prinsip Sum of Product

Prinsip **Sum of Product** adalah prinsip yang dapat digunakan untuk merancang sebuah rangkaian digital. Langkah-langkah dalam merealisasikan rangkaian digital adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan tabel kebenaran dari kasus yang akan dibuat rangkaiannya.
- b. Tentukan persamaan aljabar dari tabel kebenaran dengan prinsip SUM of PRODUCT, setiap kombinasi masukan yang menghasilkan keluaran 1, akan bersesuaian dengan sebuah suku pada persamaan yang disusun.
- c. Buat rangkaian yang mengimplementasikan persamaan tersebut.

Contoh penggunaan prinsip ini adalah sebagai berikut.

Dibuat oleh : HSP dan ACN	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
------------------------------	--	------------------



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

LAB SHEET TEKNIK DIGITAL

Semester 2	LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II		4 X 60 Menit
No. LST/EKO/DEL 214/02	Revisi : 04	Tgl : 1 Februari 2012	Hal 4 dari 8

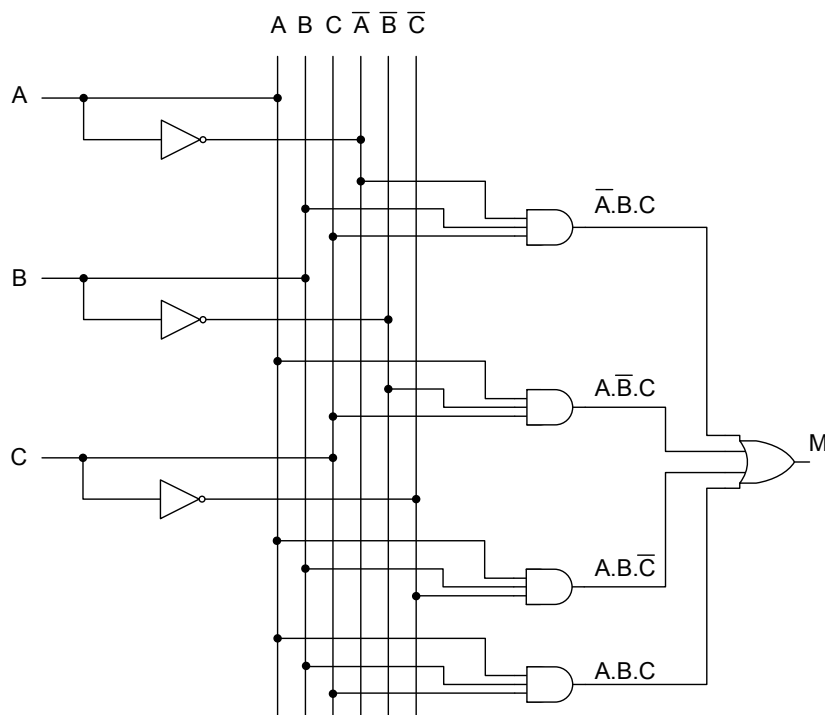
- Tabel kebenaran :

INPUT			OUTPUT
A	B	C	M
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

- Dengan menggunakan prinsip Sum of Product, kita dapat melihat untuk tabel kebenaran di atas, persamaan M akan mempunyai 4 suku, masing-masing suku bersesuaian dengan kombinasi di mana hasil M bernilai 1, dengan demikian kombinasi A=0, B=1, dan C=1 akan menghasilkan suku pertama, yaitu $\bar{A}BC$. Demikian untuk suku ke-2, suku ke-3, dan suku ke-4, maka diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$M = \bar{A}BC + A\bar{B}C + A.B\bar{C} + A.B.C$$

- Rangkaian digital :



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA****LAB SHEET TEKNIK DIGITAL**

Semester 2	LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II		4 X 60 Menit
No. LST/EKO/DEL 214/02	Revisi : 04	Tgl : 1 Februari 2012	Hal 5 dari 8

Tahapan perancangan rangkaian digital yang harus dilakukan berikutnya adalah menyederhanakan rangkaian, yang tujuannya adalah untuk mendapatkan rangkaian yang paling sederhana sehingga dengan fungsi yang sama rangkaian memerlukan jumlah komponen yang lebih sedikit sehingga didapat alat digital yang harganya lebih murah dan ukuran fisiknya lebih kecil. Penyederhanaan rangkaian tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan hukum-hukum aljabar Boolean yang telah dibahas sebelumnya.

4. Alat dan Instrument

- Digital Trainer Kit 1 buah
- Tools kit(tang) 1 buah
- IC TTL 7404, 7454 @ 2 buah
- Kabel penghubung secukupnya
- Pinset 1 buah

5. Keselamatan Kerja

- Bekerjalah dengan keadaan tanpa tegangan pada saat membuat rangkaian dan mengubah rangkaian
- Lepaslah IC dari soket dengan hati-hati dan menggunakan peralatan pinset
- Jauhkan peralatan yang tidak diperlukan dari meja kerja

6. Langkah Kerja

- a) Gunakan bagian Basic Logic Gates pada digital trainer kit yang disediakan
- b) Buatlah rangkaian percobaan 1.
- c) Berikan input dengan menggunakan Logic Switch
- d) Bacalah output rangkaian dengan melihat pada logic monitor
- e) Ubahlah input sesuai dengan tabel 1 dan masukkan hasil pengamatan pada tabel 1 tersebut
- f) Ulangi langkah c, d, dan e untuk rangkaian 2
- g) Buatlah rangkaian percobaan teori De Morgan II : $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$
- h) Amati hubungan output terhadap input dan masukkan ke dalam tabel percobaan 3

7. Bahan Diskusi

- a. Buatlah rangkaian gerbang logika dari fungsi aljabar Boolean sebagai berikut:
 - $M = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}$
 - $M = A \cdot B \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C$
 - $M = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C$
- b. Tentukan tabel kebenaran dari rangkaian soal nomor a.
- c. Buatlah persamaan fungsi aljabar Boolean dan buat rangkaian gerbang logikanya dari tabel kebenaran di berikut ini.

Dibuat oleh : HSP dan ACN	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
------------------------------	--	------------------



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

LAB SHEET TEKNIK DIGITAL

Semester 2

LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II

4 X 60 Menit

No. LST/EKO/DEL 214/02

Revisi : 04

Tgl : 1 Februari 2012

Hal 6 dari 8

INPUT			OUTPUT
A	B	C	M
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

d. Sederhanakan persamaan fungsi aljabar Boolean di bawah ini:

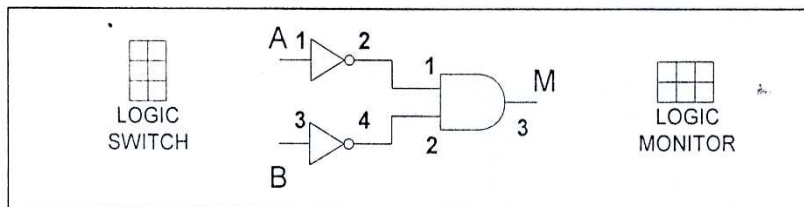
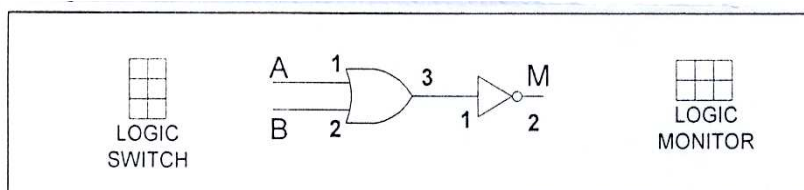
- $M = \overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$
- $M = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \overline{C}$
- $M = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
- $M = A \cdot B \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot C$

e. Bila ada sebuah kunci pintu digital berkerja sebagai berikut:

Pintu dapat dibuka dengan memasukkan sandi digital 010 atau 110, selain dua kombinasi tersebut pintu tidak membuka. Rancang rangkaian gerbang logika kunci digital tersebut dengan asumsi bahwa keluaran rangkaian logika tinggi berarti pintu membuka.

8. Lampiran

a) Gambar Rangkaian



Rangkaian 1a. Rangkaian Percobaan $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

LAB SHEET TEKNIK DIGITAL

Semester 2

LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II

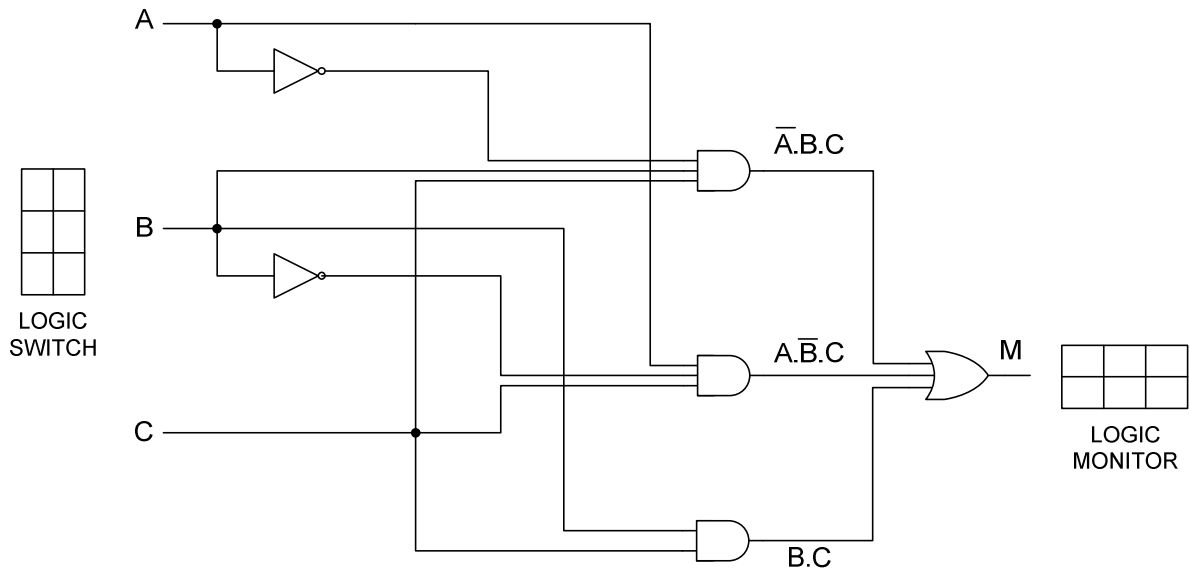
4 X 60 Menit

No. LST/EKO/DEL 214/02

Revisi : 04

Tgl : 1 Februari 2012

Hal 7 dari 8



Rangkaian 2. Rangkaian Fungsi $M = \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C + B \cdot C$

b) Tabel Percobaan

Tabel 1a. Percobaan fungsi rangkaian $\overline{\overline{A + B}} = \bar{A} \cdot \bar{B}$

INPUT		OUTPUT	
A	B	$\overline{A + B}$	$\bar{A} \cdot \bar{B}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Tabel 1b. Percobaan fungsi rangkaian $\overline{\bar{A} \cdot \bar{B}} = \bar{\bar{A} + \bar{B}}$

INPUT		OUTPUT	
A	B	$\overline{\bar{A} \cdot \bar{B}}$	$\bar{\bar{A} + \bar{B}}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA****LAB SHEET TEKNIK DIGITAL**

Semester 2	LS 2 : Aljabar Boolean, Teori De Morgan I dan De Morgan II	4 X 60 Menit	
No. LST/EKO/DEL 214/02	Revisi : 04	Tgl : 1 Februari 2012	Hal 8 dari 8

Tabel 2. Percobaan fungsi rangkaian $M = \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C + B \cdot C$

INPUT			OUTPUT			
A	B	C	$\bar{A} \cdot B \cdot C$	$A \cdot \bar{B} \cdot C$	$B \cdot C$	M
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				
1	0	0				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	1				

Dibuat oleh :
HSP dan ACNDilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :