

# ALU

(ARITHMETIC AND LOGIC UNIT)

## 4.1.1 *ADDER*

Rangkaian ALU (*Arithmetic and Logic Unit*) yang digunakan untuk menjumlahkan bilangan dinamakan dengan *Adder*. *Adder* juga sering disebut rangkaian kombinasional aritmetika

Ada 3 jenis *Adder* :

- ⌘ Rangkaian *Adder* yang hanya menjumlahkan **dua bit** disebut *Half Adder*.
- ⌘ Rangkaian *Adder* yang menjumlahkan **tiga bit** disebut *Full Adder*.
- ⌘ Rangkaian *Adder* yang menjumlahkan **banyak bit** disebut *Paralel Adder*

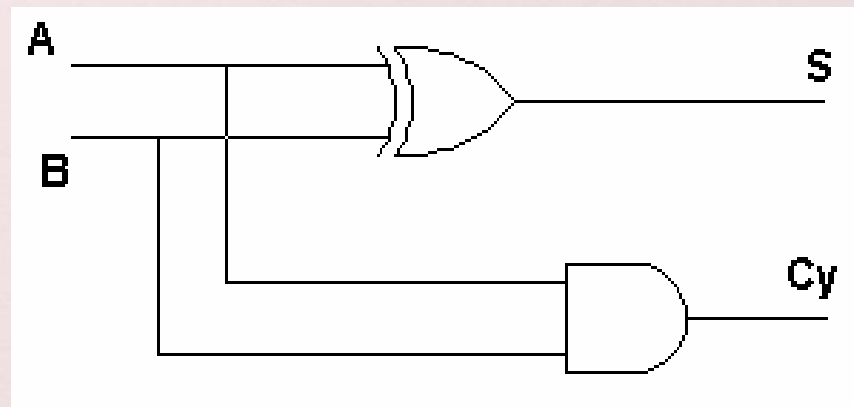
# 4.1.1.1 HALF ADDER

Rangkaian *half adder* merupakan dasar penjumlahan bilangan biner yang hanya terdiri dari satu bit, oleh karena itu dinamakan penjumlah tak lengkap.

1. Jika  $A=0$  dan  $B=0$  dijumlahkan, hasilnya  $S$  (*Sum*) = 0.
2. Jika  $A=0$  dan  $B=1$  dijumlahkan, hasilnya  $S$  (*Sum*) = 1.
3. Jika  $A=1$  dan  $B=1$  dijumlahkan, hasilnya  $S$  (*Sum*) = 0. dengan nilai pindahan  $Cy$ (*Carry Out*) = 1.

Dengan demikian, *half adder* memiliki 2 masukan ( $A$  dan  $B$ ) dan dua keluaran ( $S$  dan  $Cy$ ). Tabel dibawah menunjukkan bahwa nilai logika dari *Sum* sama dengan nilai logika dari gerbang XOR, sedangkan nilai logika  $Cy$  sama dengan nilai dari Gerbang Logika AND. Rangkaian *half adder* dapat digambarkan sebagai berikut :

A	B	S	Cy
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

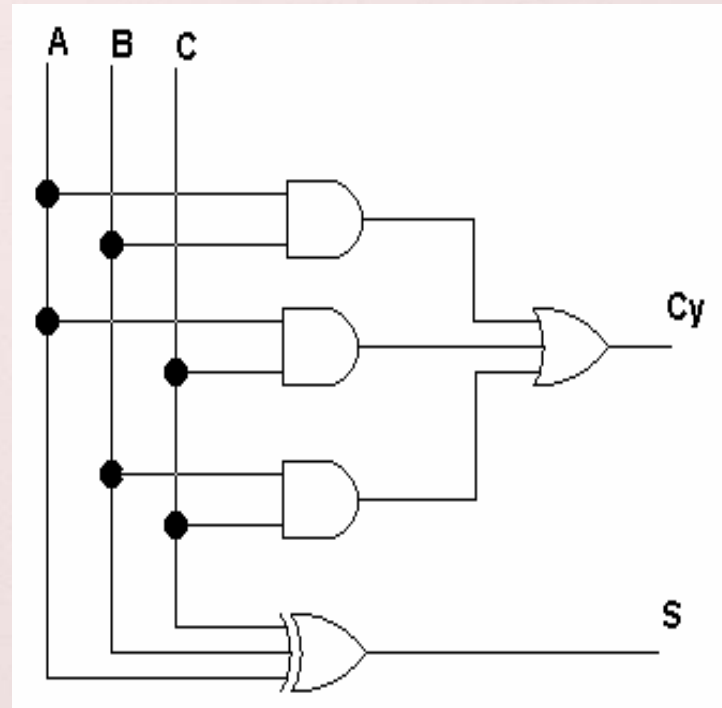


## 4.1.1.2 FULL ADDER

*Full adder* mengolah penjumlahan untuk 3 bit bilangan atau lebih (bit tidak terbatas), oleh karena itu dinamakan rangkaian penjumlah lengkap.

Perhatikan tabel kebenaran dari *Full adder* berikut serta gambar rangkaiannya:

A	B	C	S	Cy
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1



### 4.1.1.3 *PARALLEL ADDER*

*Parallel Adder* adalah rangkaian *Full Adder* yang disusun secara parallel dan berfungsi untuk menjumlahkan bilangan biner berapapun bitnya, tergantung jumlah *Full Adder* yang diparalelkan.

# 4.2.1 PENJUMLAHAN

## A. Penjumlahan Biner

Ada 4 kondisi yang terjadi pada penjumlahan biner yaitu apabila  $0 + 0$ ,  $0 + 1$ ,  $1 + 0$ , dan  $1 + 1$ . Jika yang terjadi adalah  $1 + 1$ , kita tidak dapat menyatakan hasil jumlah dalam satu digit. Tetapi kita harus melakukan penyimpanan (*Carry Out*) kedalam kolom yang lebih tinggi. Ini berlaku untuk seluruh sistem bilangan. Sebagai contoh pada bilangan desimal  $2 + 5 = 7$  dengan *carry out* 0,  $9 + 9 = 8$  dengan *carry out* = 1.

## B. Penjumlahan 8421BCD

Sandi 8421BCD hanya menggunakan bilangan biner untuk 0 sampai 9, karena yang disandikan hanya 1 digit angka desimal. Dalam penjumlahan yang perlu diperhatikan adalah jika hasilnya lebih dari 9 sehingga akan dihasilkan *auxillary carry* (*Carry dari* bilangan keempat LSB) maupun *carry dari MSB*.

Berikut adalah aturan penjumlahan sandi 8421BCD:

- ⌘ Jika jumlah biner dan jumlah BCD sama, yaitu *AC (Auxillary Carry) = 0 dan Carry = 0* maka tidak diperlukan aturan tambahan.
- ⌘ Jika jumlah biner tidak sama dengan jumlah desimal maka memerlukan pengaturan
- ⌘ Jika *Auxillary Carry (AC) = 0 atau AC = 1 dan Carry (Cy) = 0* dimana hasil penjumlahan binernya lebih dari 9 desimal, maka perlu ditambahkan 6 pada nibble rendah tersebut, dan tambahkan 1 pada nibble yang lebih tinggi.

## 4.2.2 PENGURANGAN

Komputer hanya bekerja pada bilangan “0” dan “1” dan tidak mengenal Bilangan negatif. Untuk menunjukkan bilangan negatif, komputer menggunakan tanda Modulus (*Modulus Sign*). Pada penjumlahan desimal tanda modulus yang digunakan adalah “0” untuk bilangan positif dan “9” untuk bilangan negatif. Untuk bilangan negatif, pada operasi penjumlahannya, harus dikomplemen. Komplemen yang digunakan pada bilangan desimal adalah komplemen-10 dan komplemen-9. Sedangkan pada penjumlahan biner, komplemen yang digunakan adalah komplemen-2 dan komplemen-1. Untuk mendapatkan komplemen bilangan biner, cukup dengan membalik angkanya saja. Jika “0” dibalik menjadi “1”, dan jika “1” dibalik menjadi “0”. Komplemen 2 mirip dengan komplemen-10 pada bilangan desimal (Carry dihilangkan), sedangkan komplemen-1 mirip dengan komplemen-9 (Carry ditambahkan pada hasil akhir).

## ❑ Pengurangan Bilangan Desimal

### ➤ Komplemen-10

Pada komplemen-10, bilangan negatif dikurangkan 9, kemudian ditambahkan 1 pada bit terakhir. Pada penjumlahannya, bila ada carry, carry tersebut dapat dihilangkan. Tanda modulus ikut dijumlahkan.

### ➤ Komplemen-9

Pada komplemen-9, bilangan negatif dikurangkan 9. Bila ada carry, maka carry ikut dijumlahkan pada hasil akhir.

Bila hasil akhir bernilai negatif, maka nilainya harus dikomplemen lagi (**Berlaku untuk komplemen-10 dan komplemen-9**). Jika komplemen-10, maka hasil akhir setelah dikomplemen harus ditambah 1. Jika komplemen-9, hasil akhirnya merupakan hasil sebenarnya (tidak perlu ditambah 1).

## ❑ Pengurangan Bilangan Biner

Dalam pengurangan bilangan biner terdapat 2 komplemen yaitu komplemen-2 dan komplemen-1, bedanya adalah bila komplemen-2 carry-nya dihilangkan, sedangkan pada komplemen-1 carry-nya ditambahkan.

Bila hasil akhir bernilai negatif, maka nilainya harus dikomplemen lagi (**Berlaku untuk komplemen-2 dan komplemen-1**). Jika komplemen-2, maka hasil akhir setelah dikomplemen harus ditambah 1. Jika komplemen-1, hasil akhirnya merupakan hasil sebenarnya (tidak perlu ditambah 1).



## 4.2.3 PERKALIAN

Pada Teknik Komputer, perkalian dilakukan menggunakan register geser kanan (*Shift Right Register*).

## 4.2.4 PEMBAGIAN

Proses ini juga dapat dilakukan pada rangkaian logika dengan cara pengurangan dan penggeseran ke kiri (menggunakan shiftright register). Berikut adalah aturan dari pembagian : Kurangkan bilangan pembagi (Divisor) dari MSB bilangan yang akan dibagi (Dividend), lihat hasil pengurangan.

**Bila hasilnya 1 atau positif :**

Berarti hasil pembagian (Product) adalah 1. Setelah itu hasil pengurangan digeser kekiri satu bit, dan dimulai lagi pengurangan oleh bilangan pembagi (Divisor).

**Bila hasilnya 0 atau negatif :**

Berarti hasil pembagian (Product) adalah 0. Dalam hal ini sebelum digeser ke kiri harus ditambah dulu dengan bilangan pembagi (Divisor). Setelah digeser ke kiri satu bit, dimulai lagi proses pengurangan oleh bilangan pembagi. Pengurangan oleh bilangan pembagi dilakukan dengan penjumlahan komplemen-2. Bila dalam penjumlahan tersebut terdapat pindahan (Carry), maka carry tersebut diabaikan.