

# Pulse Width Modulation

(PWM)

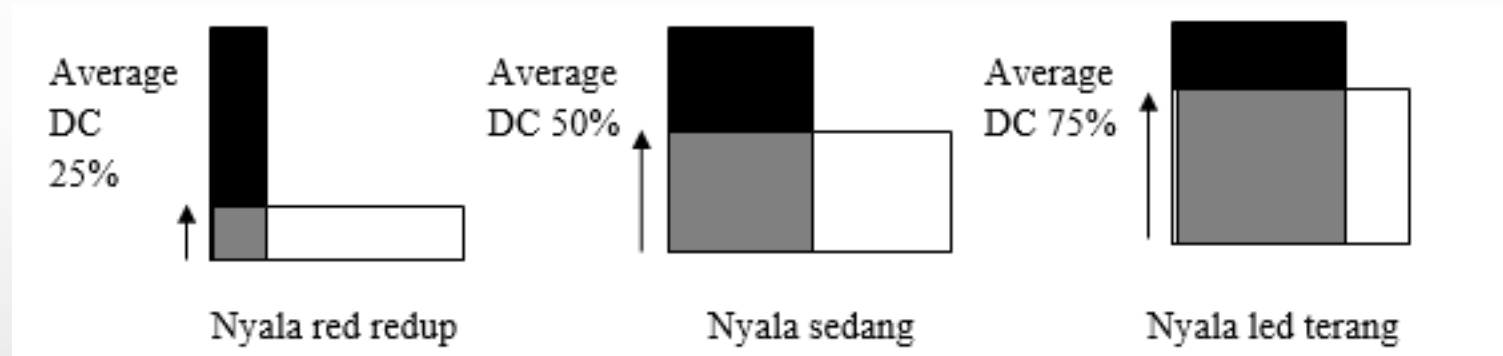
## PWM

- PWM adalah cara yang digunakan untuk menyediakan tegangan yang nilainya diantara nilai off (zero) dan nilai on (max) dengan memanipulasi lebar pulsa digital.
- Aplikasi PWM:
  - a. Mengatur kecepatan motor DC
  - b. Mengatur gelap terang nyala LED

## PWM

- PWM menggunakan gelombang kotak dengan duty cycle tertentu  
→ menghasilkan nilai rata2 dari suatu bentuk gelombang
- Pengaturan duty cycle dan nilai rata2 tegangan DC dilakukan dengan mengatur nilai register **OCRn** pada Timer/Counter
- Fitur PWM merupakan salah satu keunggulan Timer/Counter pada ATmega8535

## Pola Kerja PWM



## Konfigurasi PWM

- Register yang digunakan untuk mengkonfigurasi penggunaan PWM berada pada register untuk Timer/Counter
- Timer/Counter 0 dan Timer/Counter 2 memiliki PWM 8 bit
- Timer/Counter 1 memiliki PWM 8,9 dan 10 bit
- Output PWM terletak pada pin OC0(timer0), pin OC1A dan OC1B (timer 1) serta pin OC2 (timer 2)

## Register untuk Konfigurasi PWM

### 1. Timer/Counter Register (TCNT0)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	TCNT0[7:0]								TCNT0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Register ini bertugas menghitung pulsa yang masuk ke dalam timer/counter. Untuk menggunakan PWM, TCNT0 perlu ditentukan nilai awalnya yaitu 0.

## Register untuk Konfigurasi PWM

### 2. Output Compare Register (OCR0)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCR0[7:0]								OCR0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Register 8 bit ini secara kontinu dibandingkan dengan isi TCNT0. Register ini dapat ditentukan isinya. Ketika isi  $TCNT0 = OCR0$  maka akan terjadi compare match yang dapat membangkitkan pulsa PWM pada pin OCo

## Register untuk Konfigurasi PWM

### c. Timer/Counter Control Register (TCCR0)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	<b>FOC0</b>	<b>WGM00</b>	<b>COM01</b>	<b>COM00</b>	<b>WGM01</b>	<b>CS2</b>	<b>CS1</b>	<b>CS0</b>	<b>TCCR0</b>
Read/Write	W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pemilihan Timer untuk mode PWM dikonfigurasi melalui bit **WGM01** dan **WGM00** pada register **TCCR0**.

Mode	WGM01 (CTC0)	WGM00 (PWM0)	Mode of Operation	TOP	Update of OCR0	TOV0 Flag Set on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR0	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	BOTTOM	MAX



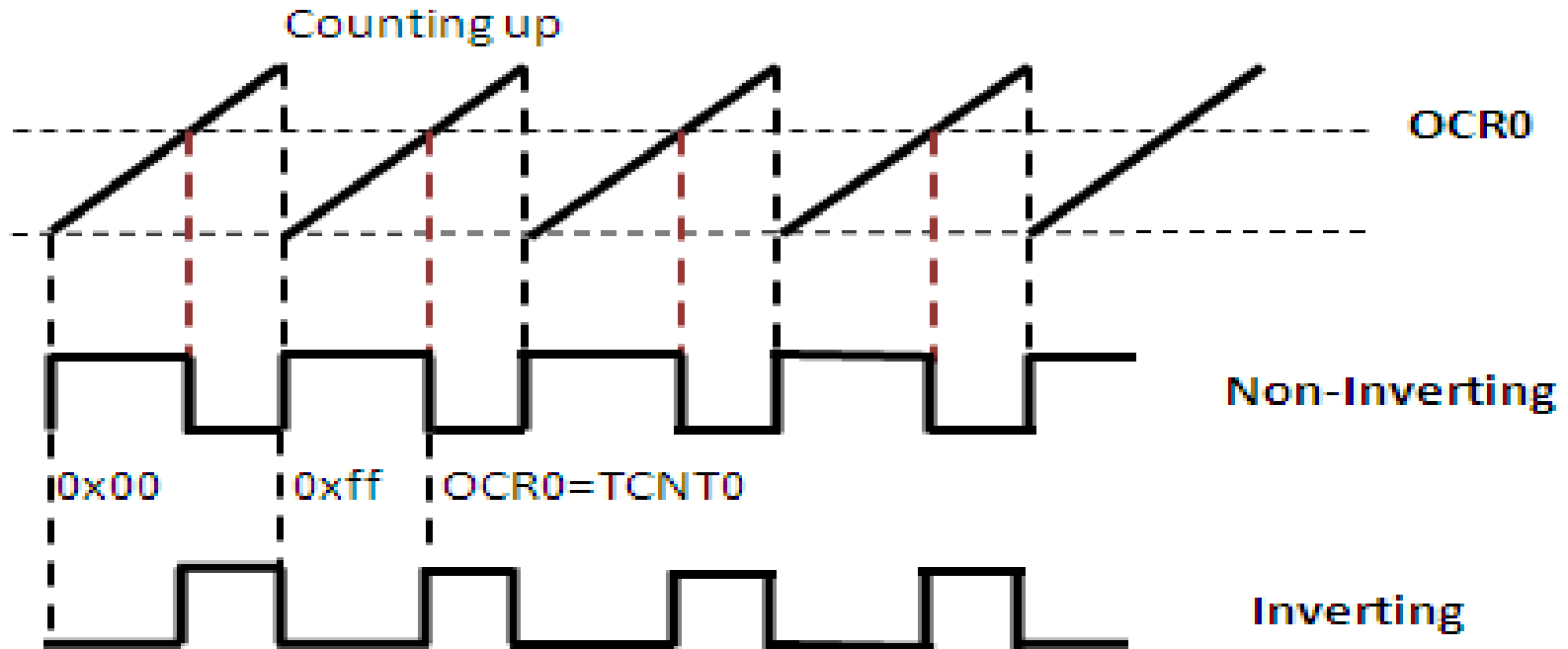
## Mode Operasi

### a. Mode Fast PWM

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on Compare Match, set OC0 at TOP (Non-Inverting).
1	1	Set OC0 on Compare Match, clear OC0 at TOP (Inverting)

Dalam mode ini, TCNT0 mencacah dari BOTTOM(0x00) terus mencacah naik (counting up) hingga mencapai MAX (0xff), kemudian mulai dari BOTTOM lagi dan begitu seterusnya (single slope).

## Mode Operasi - Fast PWM



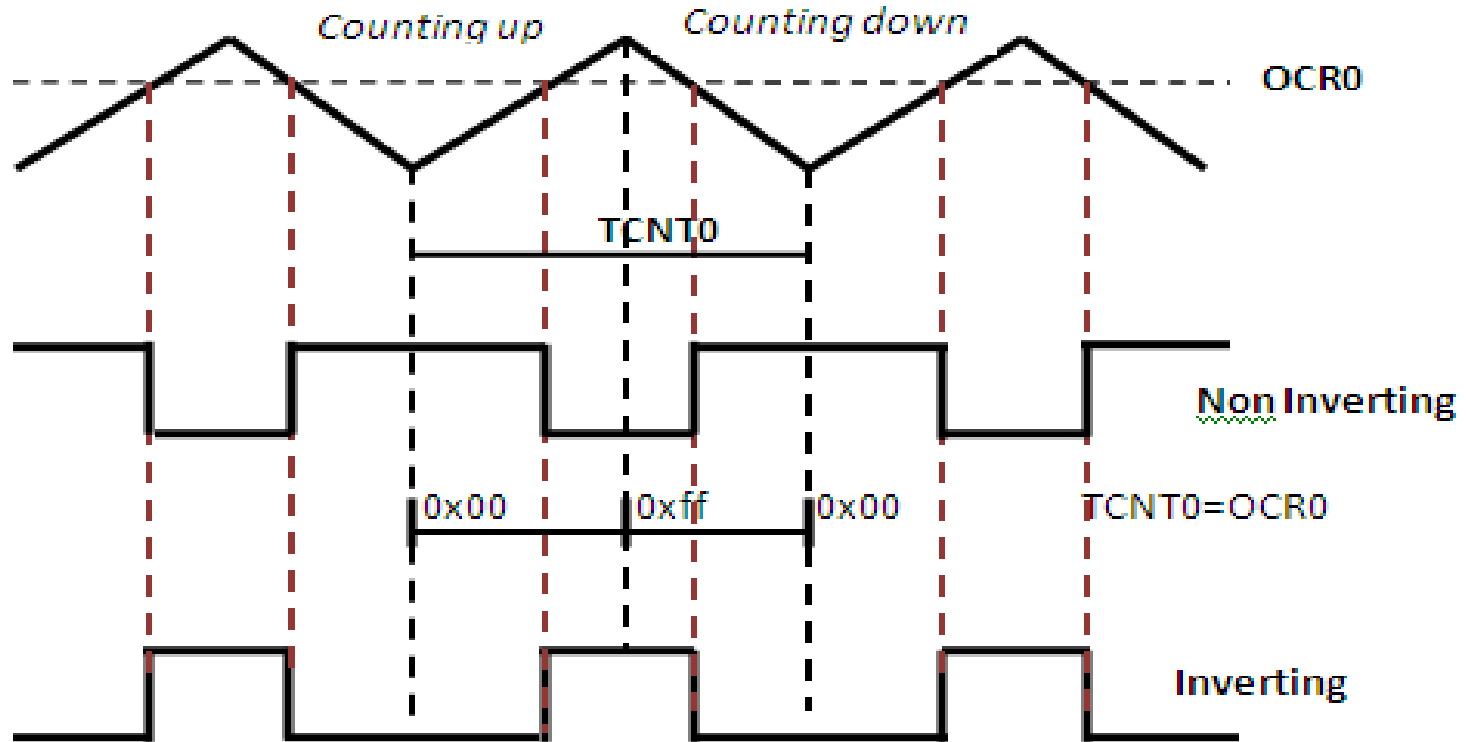
## Mode Operasi

### b. Mode Phase Correct PWM

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on Compare Match when up-counting. Set OC0 on Compare Match when down-counting.
1	1	Set OC0 on Compare Match when up-counting. Clear OC0 on Compare Match when down-counting.

Pada mode ini, TCNT0 mencacah dari BOTTOM (0x00) counting up hingga mencapai MAX(0xff) kemudian counting down hingga BOTTOM, begitu seterusnya (dual slope).

## Mode Operasi – Phase Correct PWM



## Contoh

- Jika digunakan kristal 11,0592 MHz, PWM 8 bit (256 PWM) dalam 1 detik. Bagaimana melakukan seting timer 2?
- Kristal 11,0592 MHz = 43200 siklus clock
- Untuk 43200 siklus  $\rightarrow$  prescaler 256  $\rightarrow 43200/256 = 168,75$   
(penggunaan prescaler 64 terlalu kecil dan hasilnya diluar 8 bit  $> 675. 1024$ ? Bisa tapi lebih diutamakan memilih prescaler yang kecil)
- Oleh karena timer mencacah naik, maka nilai yang dimasukkan ke dalam TCNT2 adalah  $(256-169=87)$