

I. Tujuan Praktikum :

- Praktikan Dapat Memahami Clock.
- Praktikan Dapat Memahami Seven Segment.
- Praktikan Dapat Mengimplementasikan Clock dan Seven Segment pada FPGA.

II. Dasar Teori :

- Pengenalan Synthesis Clock.
- Pengenalan Seven Segment.
- Penerapan Clock dan Seven Segment pada FPGA.

III. Peralatan :

- FPGA Xilinx Artix 7 Board Nexys 4.
- Kabel Power USB.
- 1 buah PC.
- Software ISE Design Suite 14.5.

5.1 Pengertian

5.1.1 Clock

Clock merupakan sinyal listrik yang berupa suatu denyutan dan berfungsi untuk mengkoordinasikan atau mensinkronkan setiap aksi-aksi atau proses-proses yang dilakukan oleh setiap komponen di dalam perangkat elektronika. Bagaimana proses A, bagaimana proses B, bagaimana proses C dan seterusnya. Oleh karena itu nilai clock sangat penting agar perangkat elektronika dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Ada beberapa istilah penting yang berkaitan dengan clock, yaitu :

- Cycle, yaitu satuan yang digunakan untuk menandakan selesainya satu siklus clock mulai dari denyutan dikeluarkan kemudian naik hingga nilainya mencapai 1 lalu mulai turun hingga nilainya 0.
- Cycle Time (T), adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh sinyal clock untuk menyelesaikan satu siklus clock.
- Raise Time, adalah waktu yang dibutuhkan untuk perubahan nilai clock dari 0 ke 1.
- Fall Time, adalah waktu yang dibutuhkan untuk perubahan nilai clock dari 1 ke 0.
- Clock Frequency (F), yaitu besaran untuk menilai kemampuan suatu sinyal clock dalam menciptakan satu siklus denyutan setiap detiknya atau dapat disebut dengan beberapa banyak cycle yang dapat dihasilkan oleh sinyal clock dalam satuan detik. Sesuai standar internasional, satuan yang digunakan untuk mengukurnya adalah Hertz = Hz, dimana Hz sama dengan satu cycle per detik.

Sebagai contoh, jika sinyal clock membutuhkan waktu 10ms dalam menyelesaikan satu siklus denyutan (cycle) maka clock frequency nya = $1 / 0,001 = 1000 \text{ Hz} = 1 \text{ KHz}$.

$$F = 1/T \rightarrow T = 1/F$$

Gambar 5.1 Perhitungan clock frequency.

5.1.2 Timer dan Counter

Timer dan counter merupakan fitur yang telah tertanam pada mikrokontroler yang memiliki fungsi terhadap waktu. Fungsi pewaktu yang dimaksud disini adalah penentuan kapan program tersebut dijalankan. Selain itu fungsi timer yang lainnya dapat ditemukan pada PWM, ADC dan Oscillator. Prinsip kerja timer dengan cara membagi frekuensi (prescaler) pada clock yang terdapat pada FPGA sehingga timer dapat berjalan sesuai dengan frekuensi yang dikehendaki.

Timer merupakan fungsi waktu yang sumber clocknya berasal dari clock internal. Sedangkan counter merupakan fungsi perhitungan yang berasal dari clock tersebut maupun eksternal. Salah satu contoh penggunaan timer yaitu pada jam digital yang sumber clocknya bisa menggunakan crystal oscillator, sedangkan contoh penggunaan counter pada penghitung barang konveyor yang sumber clocknya berasal dari sensor yang mendeteksi barang tersebut.

Berikut ini merupakan contoh penggunaan timer :

- Melaksanakan tugas secara berulang.
- Mengendalikan kecepatan motor DC (PWM).
- Mengendalikan perhitungan (counter).
- Membuat penundaan waktu (delay).

5.1.3 Prescaler

Pada dasarnya timer hanya menghitung denyutan clock. Frekuensi denyutan clock yang dihitung tersebut bisa sama dengan frekuensi crystal yang digunakan atau dapat diperlambat menggunakan prescaler dengan factor 8, 64, 256, 1024. Contoh :

Suatu mikrokontroler menggunakan crystal dengan frekuensi 8MHz dan timer yang digunakan adalah 16 bit. Maka, maksimum waktu timer yang dapat dihasilkan adalah :

Diketahui :

- Fclk (frequency clock) = 8 MHz
- FFFFh (timer yang digunakan) = 16 bit
- Prescaler = 1024

Jawab :

$$TMAX = 1/fclk \times FFFH$$

$$\begin{aligned} &= 1/8 \times 2^{16} \\ &= 0.125 \mu s \times 65536 \\ &= 0.008192 \text{ second} \end{aligned}$$

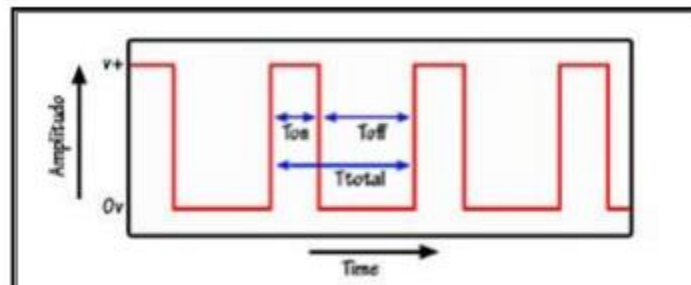
Untuk menghasilkan timer yang lebih lama kita dapat menggunakan prescaler. Misalnya kita menggunakan 1024, maka waktu timer yang dapat dihasilkan adalah :

$$TMAX = 1/fclk \times FFFH \times N$$

$$\begin{aligned} &= 0.125 \mu s \times 65536 \times 1024 \\ &= 8.388735 \text{ second} \end{aligned}$$

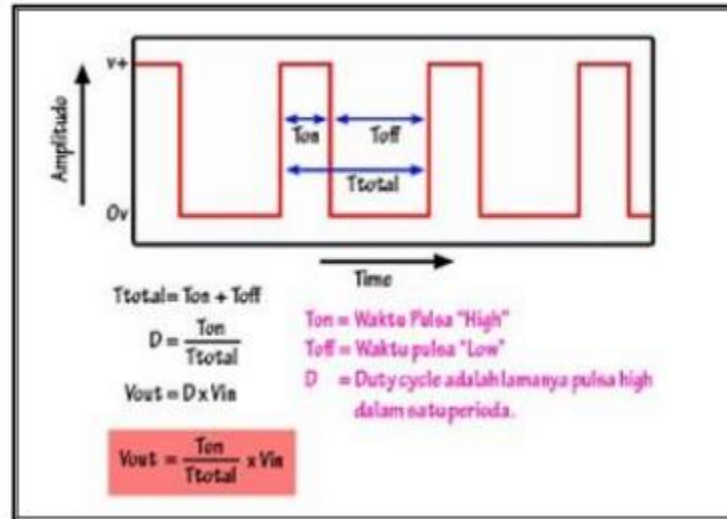
5.1.4 Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara untuk memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Penggunaan PWM ini menggantikan output analog karena keterbatasan pada sebuah IC umumnya hanya dapat mengeluarkan sinyal digital. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pada kipas angin, AC, dll.



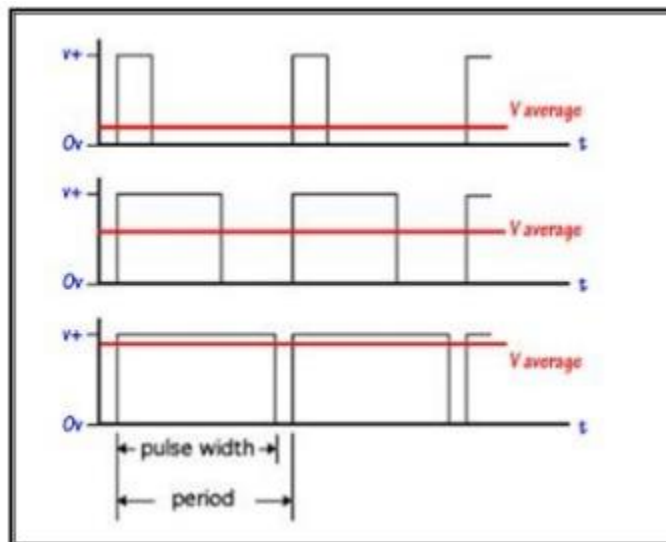
Gambar 5.2 Grafik PWM

Sinyal PWM umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle yang bervariasi antara 0% - 100%.



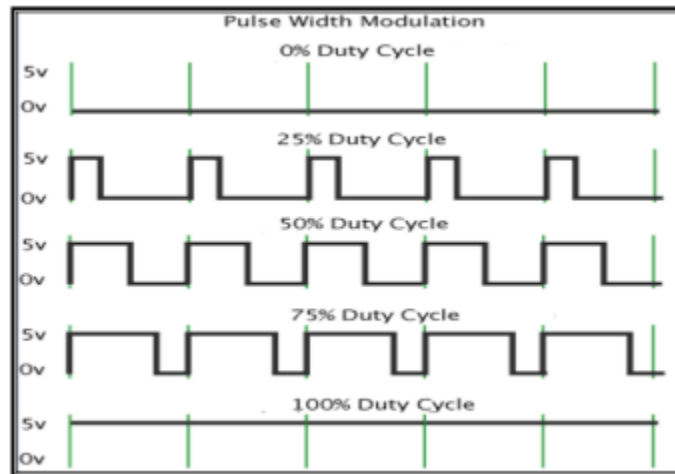
Gambar 5.3 Perhitungan V_{out} PWM

Dari persamaan diatas, diketahui bahwa perubahan duty cycle akan merubah tegangan output atau tegangan rata-rata seperti gambar dibawah ini.



Gambar 5.4 Hasil V_{out} berdasarkan panjang pulsa

Untuk mengatur nilai duty cycle pada timer 8 bit, nilai pada parameter berkisar antara 0 – 255. Bila kita hendak mengatur duty cycle ke 0%, maka kita dapat mengatur nilai parameter ke 0 dan untuk duty cycle nya 100%. Dari sini kita akan mendapatkan set nilai dengan parameter ke 255. Sementara itu, jika kita ingin mengatur duty cycle ke 50%, maka nilai yang harus kita atur adalah 127 ($50\% \times 255$). Nilai-nilai inilah yang nantinya akan kita gunakan untuk mengatur panjang lebar pulsa tersebut.

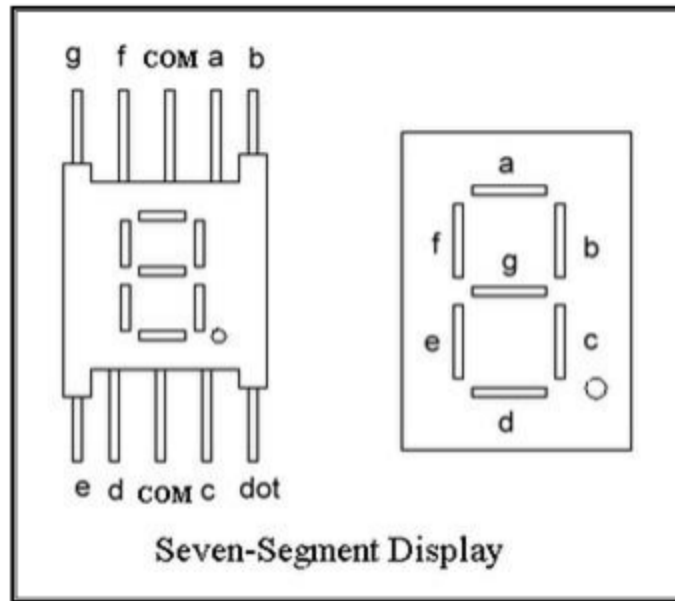


Gambar 5.5 Grafik duty cycle PWM

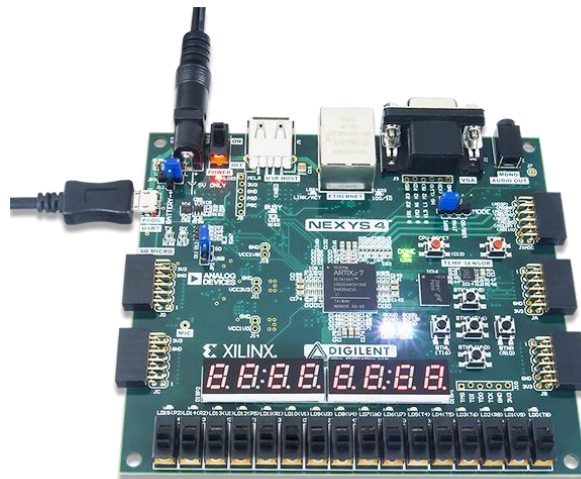
5.2 Seven Segment

Seven segment adalah salah satu perangkat layar untuk menampilkan system angka decimal yang merupakan alternative dari layar dot-matrix. Seven segment ini seringkali digunakan pada jam digital, meteran elektronik, dan perangkat elektronik lainnya yang menampilkan informasi numeric. Ide mengenai seven segment ini sudah cukup tua, yaitu pada tahun 1910 misalnya, sudah ada layar tujuh segmen yang diterangi oleh lampu pijar yang digunakan pada panel sinyal kamar ketel suatu pembangkit listrik.

Tujuh bagian dari layar dapat dinyalakan dalam bermacam-macam kombinasi untuk menampilkan angka. Seringkali ketujuh segment tersebut disusun dengan kemiringan tertentu untuk memudahkan pembacaan.



Gambar 5.6 Seven segment display

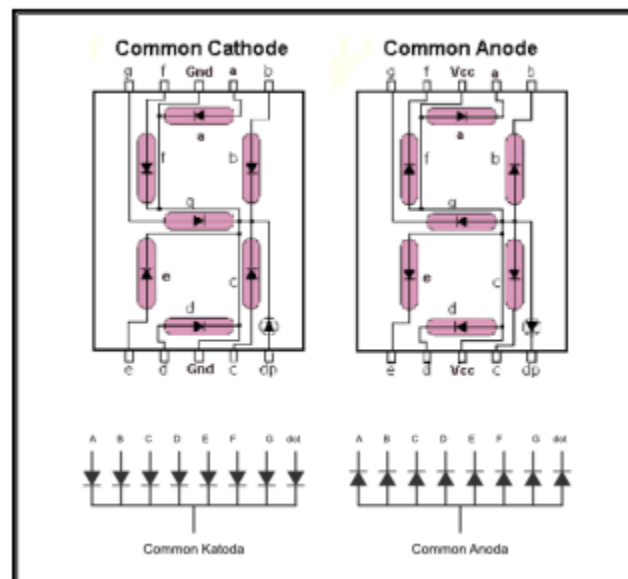


Gambar 5.7 Seven segment pada FPGA Nexys 4

Seven Segment memiliki 7 Segmen dimana setiap segmen dikendalikan secara ON dan OFF untuk menampilkan angka yang diinginkan. Angka-angka dari 0 (nol) sampai 9 (Sembilan) dapat ditampilkan dengan menggunakan beberapa kombinasi Segmen. Selain 0 – 9, Seven Segment juga dapat menampilkan Huruf Hexadecimal dari A sampai F. Segmen atau elemen-elemen pada Seven Segment diatur menjadi bentuk angka “8” yang agak miring ke kanan dengan tujuan untuk mempermudah pembacaannya. Pada beberapa jenis Seven Segment, terdapat juga penambahan “titik” yang menunjukkan angka koma decimal. Terdapat beberapa jenis Seven Segment, diantaranya adalah Incandescent bulbs, Fluorescent lamps (FL), Liquid Crystal Display (LCD) dan Light Emitting Diode (LED).

5.2.1 LED Seven Segment

LED Seven Segment umumnya memiliki 7 segmen atau elemen garis dan 1 segmen titik yang menandakan ‘koma’ decimal atau dot product. Jadi jumlah keseluruhan segmen atau elemen LED sebenarnya adalah 8. Terdapat 2 jenis LED Seven Segment, diantaranya adalah LED Seven Segment Common Cathoda dan LED Seven Segment Common Anoda, selengkapnya dijelaskan pada bab cara kerja seven segment.



Gambar 5.7 Common anoda dan katoda

5.2.2 Cara Kerja Seven Segment

- Common Katoda

Kaki katoda pada semua segmen LED adalah terhubung menjadi 1 pin, sedangkan Kaki Anoda akan menjadi input untuk masing – masing Segmen LED. Kaki Katoda yang terhubung menjadi 1 pin ini merupakan terminal negative (-) atau ground, sedangkan sinyal kendali akan diberikan kepada masing – masing Kaki Anoda Segmen LED. Cara kerja Seven Segment Common Cathoda akan aktif pada kondisi high ‘1’.

ANGKA	h	g	f	e	d	c	b	a	HEXA
0	0	0	1	1	1	1	1	1	3FH
1	0	0	0	0	0	1	1	0	06H
2	0	1	0	1	1	0	1	1	5BH
3	0	1	0	0	1	1	1	1	4FH
4	0	1	1	0	0	1	1	0	66H
5	0	1	1	0	1	1	0	1	6DH
6	0	1	1	1	1	1	0	1	7DH
7	0	0	0	0	0	1	1	1	07H
8	0	1	1	1	1	1	1	1	7FH
9	0	1	1	0	1	1	1	1	6FH

Gambar 5.8 Common katoda

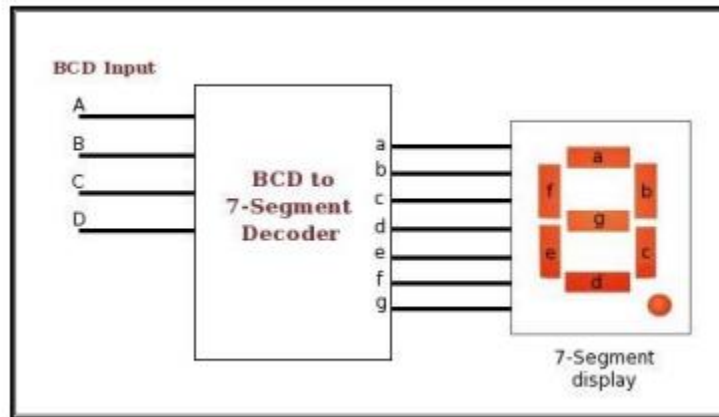
- Common Anoda

Kaki anoda pada semua segmen LED adalah terhubung menjadi 1 pin, sedangkan kaki katoda akan menjadi input untuk masing – masing Segmen LED. Kaki anoda yang terhubung menjadi 1 pin ini akan diberi tegangan positif (+) dan sinyal kendali akan diberikan pada masing – masing kaki katoda segmen LED. Cara kerja seven segment common anoda akan aktif pada kondisi low ‘0’.

ANGKA	h	g	f	e	d	c	b	a	HEXA
0	1	1	0	0	0	0	0	0	C0H
1	1	1	1	1	1	0	0	1	F9H
2	1	0	1	0	0	1	0	0	A4H
3	1	0	1	1	0	0	0	0	B0H
4	1	0	0	1	1	0	0	1	99H
5	1	0	0	1	0	0	1	0	EDH
6	1	0	0	0	0	0	1	0	12H
7	1	1	1	1	1	0	0	0	F8H
8	1	0	0	0	0	0	0	0	10H
9	1	0	0	1	0	0	0	0	90H

Gambar 5.9 Common anoda

5.3 Prinsip Kerja Dasar Driver System Pada LED Seven Segment



Gambar 5.10 Skematik seven segment

Blok Dekoder pada skematik diatas mengubah sinyal input yang diberikan menjadi 8 jalur yaitu a – g dan dot product (koma) untuk meng – ON kan segmen sehingga menghasilkan angka atau digit yang diinginkan. Contohnya, jika output decoder adalah a, b, dan c, maka segmen LED akan menghasilkan angka ‘7’. Jika sinyal input adalah berbentuk analog, maka diperlukan ADC (Analog to Digital Converter) untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital sebelum masuk ke input decoder. Jika sinyal input sudah merupakan sinyal digital, maka decoder akan menanganinya sendiri tanpa harus menggunakan ADC.

Fungsi daripada Blok Driver adalah untuk memberikan arus listrik yang cukup kepada segmen/elemen LED untuk menyala. Pada tipe decoder tertentu, decoder sendiri dapat mengeluarkan tegangan dan arus listrik yang cukup untuk menyalakan segmen LED maka blok driver ini tidak diperlukan. Pada umumnya driver untuk menyalakan 7 segmen ini adalah terdiri dari 8 transistor switch pada masing – masing elemen LED.

TUGAS :

1. Buatlah nama panggilan kalian dengan menggunakan seven segment common anoda! (lihat gambar 5.9)
2. Buatlah NPM kalian dengan menggunakan seven segment common katoda! (lihat gambar 5.8)
3. Suatu mikrokontroler menggunakan crystal dengan frekuensi 4MHz dan timer yang digunakan adalah 16 bit. Maka, maksimum waktu timer yang dapat dihasilkan adalah?
4. Dari soal nomor 3, jika kita ingin menggunakan prescaler 256, maka timer yang akan dihasilkan adalah?