

Perancangan Komponen Terprogram
Tugas Kuliah dan Praktikum PKT Project 2
Odemeter



Disusun oleh:
Nurul Akbar Arlan
(07111940000075)

Dosen:
Rudy Dikairono, ST., MT.

Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2021

Tugas Kuliah dan Praktikum PKT Project 2 Odemeter

Rangkaian Digital VHDL

Pada bagian inisialisasi dari rangkaian digital VHDL port dan sinyal.

```
1  LIBRARY IEEE ;
2  USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
3  USE IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;
4  use IEEE.NUMERIC_STD.ALL;
5
6  ENTITY odometry IS
7
8  PORT      (rot_a, rot_b      : in STD_LOGIC;
9             lout2, lout1, lout0 : out STD_LOGIC_VECTOR (6 downto 0));
10
11  END odometry;
12
13  ARCHITECTURE logic OF odometry IS
14
15      SIGNAL aprev      : STD_LOGIC      := rot_a;
16      SIGNAL counter     : INTEGER range -2191 to 2191 := 0;
17      SIGNAL distancetemp : INTEGER range 0 to 998640 := 0;
18      SIGNAL distance    : STD_LOGIC_VECTOR (9 DOWNT0 0) := "0000000000";
19      SIGNAL bcd0        : STD_LOGIC_VECTOR (3 DOWNT0 0) := "0000";
20      SIGNAL bcd1        : STD_LOGIC_VECTOR (3 DOWNT0 0) := "0000";
21      SIGNAL bcd2        : STD_LOGIC_VECTOR (3 DOWNT0 0) := "0000";
22
```

port input terdiri dari rot_a dan rot_b yang merepresentasikan sensor pada rotary encoder dan port output terdiri dari lout2, lout1, dan lout0 yang merepresentasikan ketiga seven segment. Pada rangkaian ini juga digunakan tujuh sinyal, aprev untuk menyimpan nilai rot_a pada iterasi sebelumnya, counter untuk menyimpan nilai counter, distancetemp untuk menyimpan nilai jarak dari hasil operasi dengan counter dalam bentuk integer, distance menyimpan nilai jarak dalam bentuk std_logic_vector, dan bcd0 sampai bcd2 berfungsi untuk menyimpan nilai jarak dalam bentuk binary coded decimal.

```
23 BEGIN
24 PROCESS (rot_a, rot_b)
25     variable Z : STD_LOGIC_VECTOR (21 DOWNT0 0);
26     BEGIN
27         --memastikan nilai z kembali 0
28         FOR i in 0 to 21 LOOP
29             Z(i) := '0';
30         END LOOP;
31         --rotary encoder
32         IF (rot_a /= aprev) THEN
33             IF (rot_b /= rot_a) THEN
34                 IF (counter < 2191) THEN
35                     counter <= counter + 1;
36                 END IF;
37             ELSIF (rot_b = rot_a) THEN
38                 IF (counter > -2191) THEN
39                     counter <= counter - 1;
40                 END IF;
41             END IF;
42         END IF;
43         aprev <= rot_a;
```

Selanjutnya adalah proses pertama dari rangkaian VHDL ini, sebelum ke proses pertama pada line 28 sampai 29 terdapat command untuk memastikan nilai Z, yang nantinya digunakan pada proses konversi biner ke bcd, kembali menjadi nol. Proses pertama dari rangkaian VHDL ini merupakan updown counter yang ditrigger oleh arah Gerakan counter tersebut, counter akan bekerja sebagai up counter ketika rotary encoder berputar searah jarum jam, sebaliknya ketika rotary encoder berputar berlawanan arah jarum jam maka counter akan bekerja sebagai down counter.

```

44      --hitung jarak
45      distancetemp <= abs(counter) * 456 / 1000;
46      distance <= std_logic_vector(to_unsigned(distancetemp, distance'length));

```

Lalu menghitung jarak yang ditempuh oleh omni-wheel, dimana jarak didapatkan dari rumus berikut.

$$jarak = jumlah\ counter * 0.456$$

Rumus ini didapatkan dari diameter omni-wheel sebesar 58mm, maka keliling dari omni-wheel adalah 182.2mm. Karena rotary encoder yang digunakan 200 ppr (pulse per revolution), yang berarti 1 pulsa rotary encoder menempuh jarak 0.911mm. Pada rangkaian ini 1 pulsa menambah 2 nilai counter, berarti jarak yang ditempuh adalah besar nilai counter dikali dengan 0.456mm. Lalu pada line 46 nilai jarak dikonversi menjadi bentuk std_logic_vector.

```

47      --convert ke bcd
48      Z(12 DOWNTO 3) := distance;
49      FOR i IN 0 TO 6 LOOP
50          IF Z(13 DOWNTO 10) > "0100" THEN
51              Z(13 DOWNTO 10) := Z(13 DOWNTO 10) + "0011";
52          END IF;
53          IF Z(17 DOWNTO 14) > "0100" THEN
54              Z(17 DOWNTO 14) := Z(17 DOWNTO 14) + "0011";
55          END IF;
56          Z(21 DOWNTO 1) := Z(20 DOWNTO 0);
57      END LOOP;
58      bcd0 <= Z(13 DOWNTO 10);
59      bcd1 <= Z(17 DOWNTO 14);
60      bcd2 <= Z(21 DOWNTO 18);
61      END PROCESS;
62

```

Proses ketiga adalah pengonversian nilai biner dari counter menjadi bcd(binary coded decimal) karena dibutuhkan oleh seven segment. Proses ini bekerja dengan cara angka biner digeser(shift right) dan dicuplik empat angka-empat angka, bila nilai dari keempat angka biner itu lebih besar dari 4 maka ditambahkan dengan 3, dan seterusnya hingga semua angka biner tercuplik.

```

63      --seven segment
64      lout0 <= "0000001" when bcd0 = "0000" else
65              "1001111" when bcd0 = "0001" else
66              "0010010" when bcd0 = "0010" else
67              "0000110" when bcd0 = "0011" else
68              "1001100" when bcd0 = "0100" else
69              "0100100" when bcd0 = "0101" else
70              "0100000" when bcd0 = "0110" else
71              "0001111" when bcd0 = "0111" else
72              "0000000" when bcd0 = "1000" else
73              "0000100" when bcd0 = "1001" else
74              "0110000";
75
76      lout1 <= "0000001" when bcd1 = "0000" else
77              "1001111" when bcd1 = "0001" else
78              "0010010" when bcd1 = "0010" else
79              "0000110" when bcd1 = "0011" else
80              "1001100" when bcd1 = "0100" else
81              "0100100" when bcd1 = "0101" else
82              "0100000" when bcd1 = "0110" else
83              "0001111" when bcd1 = "0111" else
84              "0000000" when bcd1 = "1000" else
85              "0000100" when bcd1 = "1001" else
86              "0110000";
87
88      lout2 <= "0000001" when bcd2 = "0000" else
89              "1001111" when bcd2 = "0001" else
90              "0010010" when bcd2 = "0010" else
91              "0000110" when bcd2 = "0011" else
92              "1001100" when bcd2 = "0100" else
93              "0100100" when bcd2 = "0101" else
94              "0100000" when bcd2 = "0110" else
95              "0001111" when bcd2 = "0111" else
96              "0000000" when bcd2 = "1000" else
97              "0000100" when bcd2 = "1001" else
98              "0110000";
99      END logic;

```

Dan proses terakhir adalah mengubah nilai bcd kedalam seven segment.

VHDL Testbench

Pada testbench rangkaian ini terdapat dua testbench, ketika omni-wheel melaju kedepan dan ketika omni-wheel melaju kebelakang.

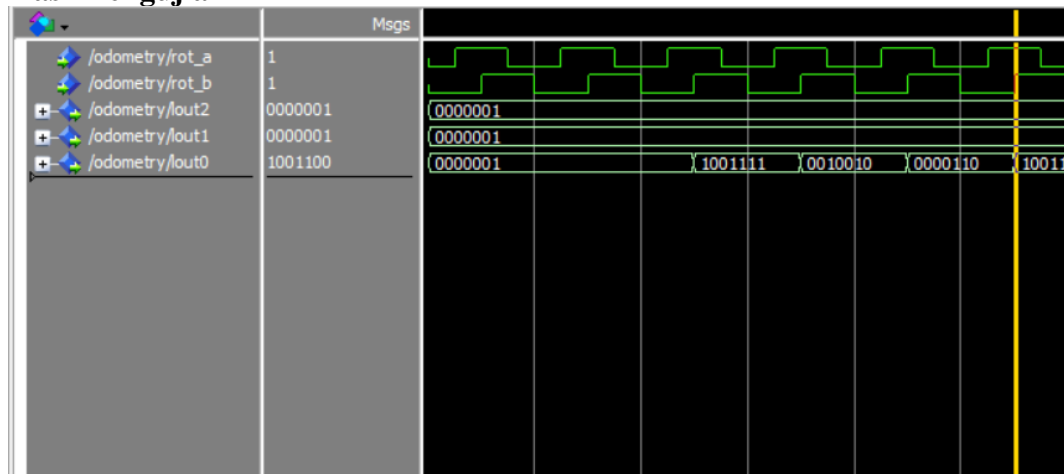
```
1 add wave rot_a rot_b lout2 lout1 lout0
2 force rot_a 0 0, 1 5ns, 0 15ns -repeat 20ns
3 force rot_b 0 0, 1 10ns -repeat 20ns
4 run 21940ns
```

Pada testbench pertama rot_a diberi sinyal 0-1-1-0 dengan periode 5ns setiap nilai dan rot_b diberi sinyal 0-0-1-1 dengan periode 5ns setiap nilai, diulang terus menerus hingga 21940ns, agar nilai count mencapai 2190 sehingga jarak yang ditempuh maksimum.

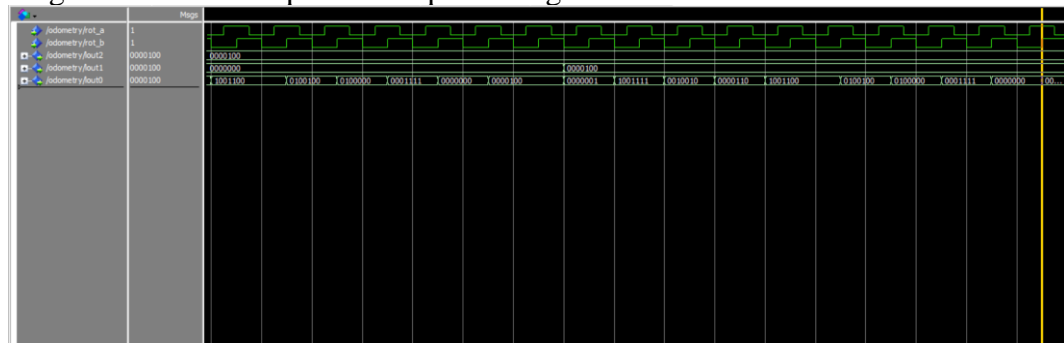
```
1 add wave rot_a rot_b lout2 lout1 lout0
2 force rot_a 1 1, 0 5ns, 1 15ns -repeat 20ns
3 force rot_b 0 0, 1 10ns -repeat 20ns
4 run 21940ns
```

Pada testbench kedua rot_a diberi sinyal 1-0-0-1 dengan periode 5ns setiap nilai dan rot_b diberi sinyal 0-0-1-1 dengan periode 5ns setiap nilai, diulang terus menerus hingga 21940ns, agar nilai count mencapai 2190 sehingga jarak yang ditempuh maksimum.

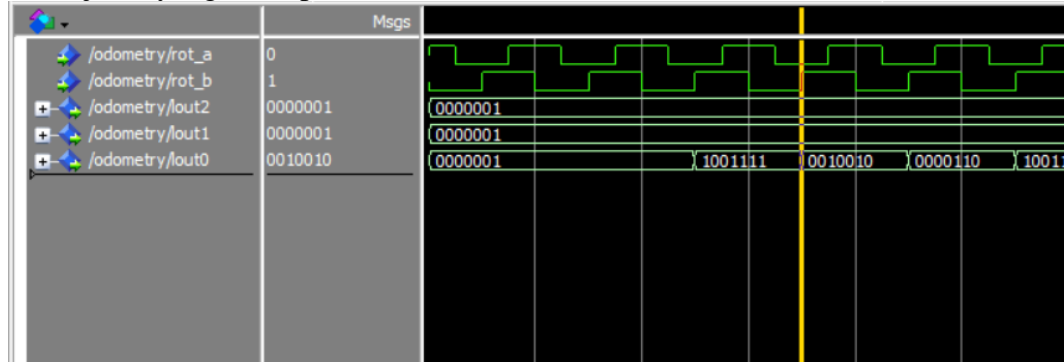
Hasil Pengujian



Untuk hasil pengujian testbench pertama, pada awal testbench dijalankan jarak 1mm ditempuh ketika count ke-3 atau pada pulsa ke-1,5 dengan perhitungan dimana pada count ke-3 jarak yang ditempuh adalah 1.368mm, mengingat rangkaian ini tidak dapat menampilkan angka desimal.



Pada akhir testbench detik ke-21930ns, hasil dari seven segment menunjukkan 999mm sesuai dengan perhitungan pada ketika counter bernilai 2191 maka jarak yang ditempuh adalah 999.096mm.



Untuk hasil pengujian testbench kedua, sama seperti testbench pertama pada awal testbench dijalankan jarak 1mm ditempuh ketika count ke-3 atau pada pulsa ke-1,5 sesuai dengan perhitungan dimana pada count ke-3 jarak yang ditempuh adalah 1.368mm. dan pada akhir testbench detik ke-21930ns, hasil dari seven segment menunjukkan 999mm sesuai dengan perhitungan pada ketika counter bernilai 2191.

