

IMPLEMENTASI SISTEM DADU ELEKTRONIK DENGAN MENGGUNAKAN VHDL

Saptadi Nugroho

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Universitas Kristen Satya Wacana

Jalan Diponegoro 52 – 60, Salatiga 50711

e-mail : saptadi_nugroho@yahoo.com

INTISARI

Dadu merupakan suatu alat yang sering digunakan di dalam permainan. Makalah ini membahas tentang perancangan dadu elektronik dengan menggunakan VHDL. Di dalam system dadu elektronik, dadu akan bergulir dari angka 1 sampai dengan angka 6 yang ditunjukkan oleh kedipan LED (Light-emitting diode). Sistem dadu elektronik yang dirancang memiliki beberapa bagian yaitu pembangkit pulsa, counter, dekoder, Numerically Controlled Oscilator (NCO) dan pembangkit suara. Hasil perancangan dapat berhasil diimplementasikan ke dalam perangkat keras dengan menggunakan Complex Programmable Logic Device (CPLD).

Kata Kunci: Dadu Elektronik, FSM, NCO, VHDL

1. PENDAHULUAN

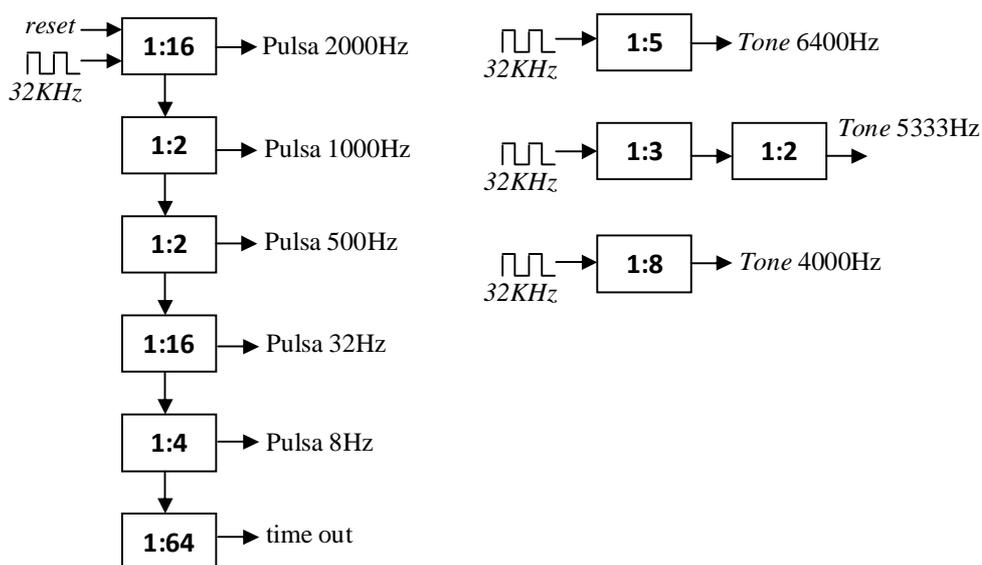
Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language (VHDL) merupakan bahasa yang digunakan untuk mendeskripsikan dan mengoptimasi sistem perangkat keras. VHDL dibuat untuk mengatasi masalah yang sering terjadi dalam pengembangan perangkat keras digital. Pengembangan VHDL ini disponsori oleh Departemen Pertahanan United States dan kemudian menjadi standar IEEE 1076. VHDL sudah banyak digunakan dalam memodelkan dan membangun sistem perangkat keras digital.

Di dalam makalah ini akan dibahas tentang perancangan dadu elektronik yang diimplementasikan dengan menggunakan VHDL. Dadu merupakan suatu alat yang sering

digunakan dalam permainan. Di dalam sistem dadu elektronik, dadu akan bergulir dari 1 sampai dengan 6 yang ditunjukkan oleh kedipan LED (*Light-emitting diode*). Bunyi berdetik akan dihasilkan pada saat dadu bergulir dari satu angka ke angka yang lainnya. Sistem dadu elektronik yang dirancang terdiri dari bagian pembangkit pulsa, bagian generator dadu dan bagian pembangkit suara. Pembangkit pulsa digunakan sebagai pemicu sistem dadu elektronik. Generator dadu dipakai untuk memilih dan menampilkan jumlah titik yang merepresentasikan angka. Pembangkit suara digunakan untuk menghasilkan suara pada saat proses pengacakan angka dan penampilan angka dadu.

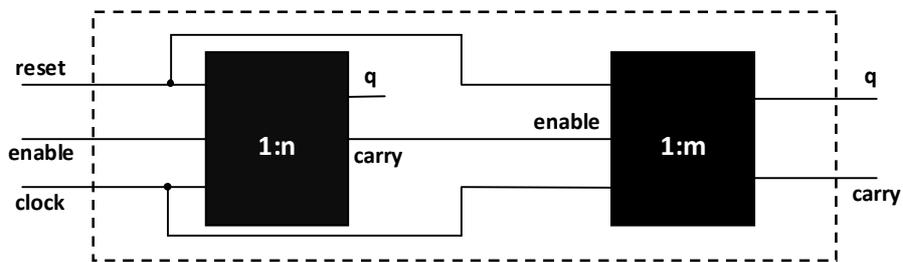
2. PEMBANGKIT PULSA DADU ELEKTRONIK

Sebuah kristal osilator dengan frekuensi 32 KHz dipakai sebagai *trigger* untuk sistem dadu elektronik secara keseluruhan. Pembangkit pulsa ini menggunakan sebuah *crystal* 32 KHz. Di dalam pembangkit pulsa ini terdapat sinyal *tone* dan pulsa. Sinyal *tone* dan pulsa memiliki frekuensi lebih rendah dari frekuensi kristal osilator. Sinyal *tone* digunakan untuk membangkitkan frekuensi untuk melodi dan bunyi berdetik sedangkan pulsa digunakan sebagai *trigger* register dan flip flop. Gambar 1 berikut ini menunjukkan struktur pembangkit pulsa untuk dadu elektronik.

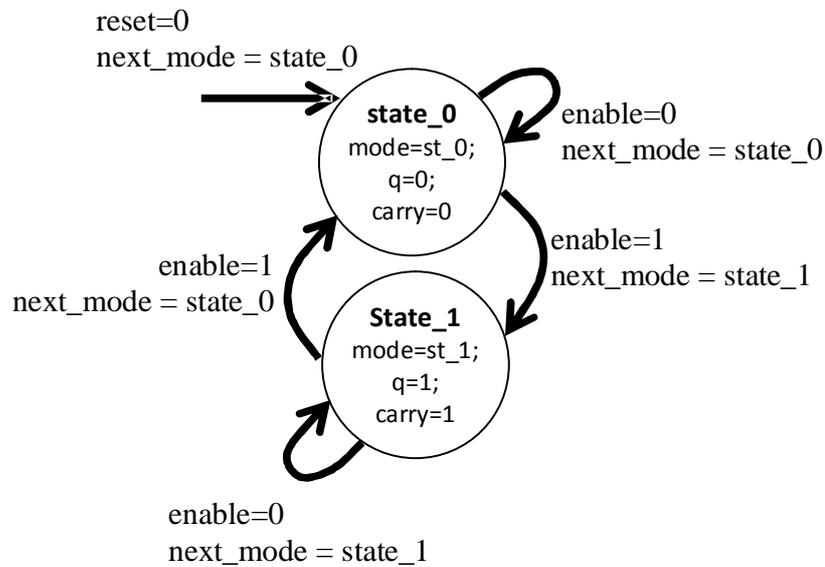


Gambar 1. Struktur pembangkit pulsa untuk sistem dadu elektronik

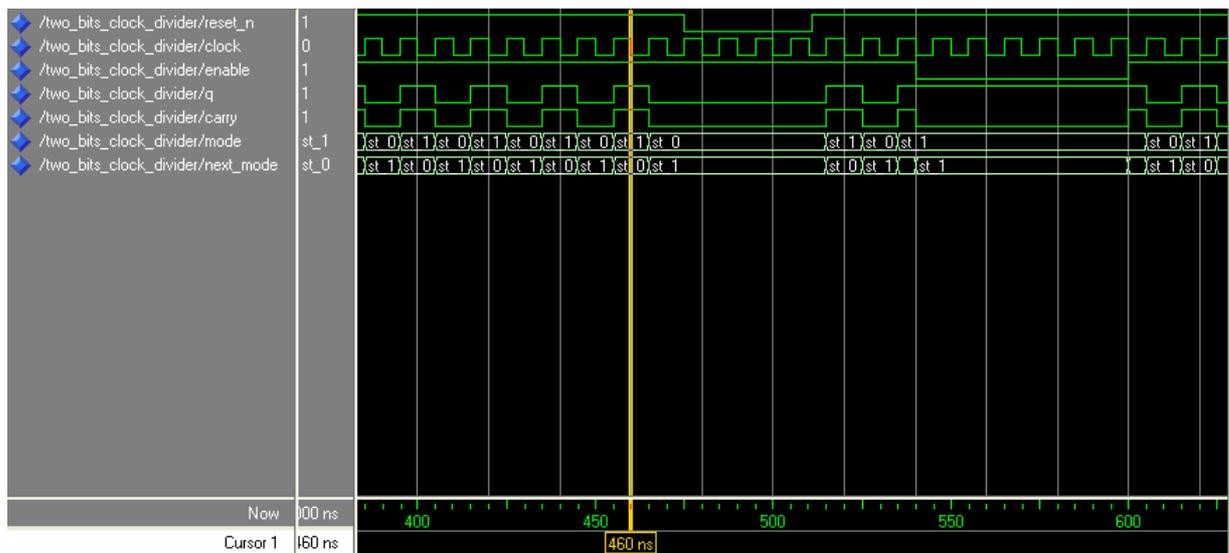
Pembagi pulsa diperlukan untuk menghasilkan sub frekuensi dari sistem *clock* utama. Sub frekuensi ini akan digunakan sebagai frekuensi untuk sinyal *tone* dan frekuensi untuk pulsa. Gambar 2 berikut ini menunjukkan *pembagi pulsa n x m*. Kemudian Gambar 3 menunjukkan contoh *Finite State Machines* (FSM) untuk 2 bit pembagi pulsa. Sedangkan Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi untuk 2 bit pembagi pulsa dengan menggunakan VHDL.



Gambar 2. Pembagi pulsa n x m dadu elektronik



Gambar 3. Contoh FSM untuk 2 bit pembagi pulsa dadu elektronik

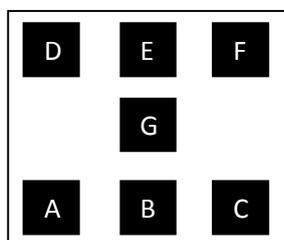


Gambar 4. Hasil simulasi 2 bit pembagi pulsa

Sebuah 4 bit pembagi pulsa dirancang dengan menggunakan dua buah 2 bit pembagi pulsa dengan susunan seperti pada Gambar 2 yaitu pembagi pulsa 2 x 2. Sebuah 8 bit pembagi pulsa dirancang dengan susunan pembagi pulsa 4 x 2 yang terdiri dari sebuah 2 bit pembagi pulsa dan 4 bit pembagi pulsa.

3. GENERATOR DADU ELEKTRONIK

Generator dadu terdiri dari *counter*, dekoder, dan *Numerically Controlled Oscillator* (NCO). Dekoder harus menghasilkan keluaran untuk menampilkan jumlah titik yang merepresentasikan angka dadu ke LED. Gambar 5 berikut ini adalah struktur LED A, B, C, D, E, F dan G. Tabel 1 adalah tabel kebenaran untuk dekoder dadu.



Gambar 5. Struktur LED dadu elektronik

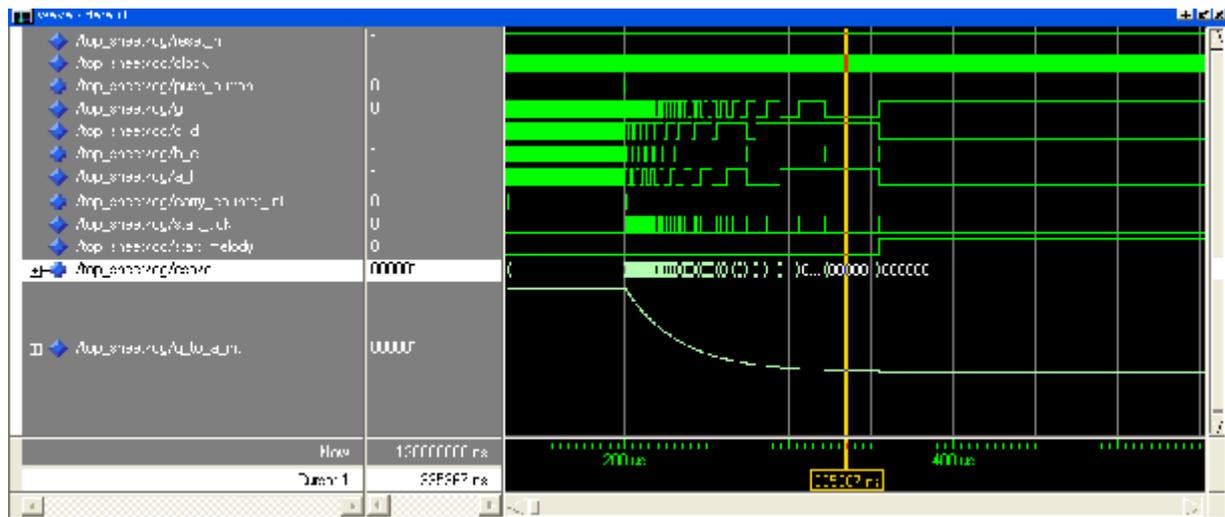
Tabel 1. Tabel kebenaran dekoder dadu elektronik

	A	B	C	D	E	F	G
1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	1	1	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0	1
4	1	0	1	1	0	1	0
5	1	0	1	1	0	1	1
6	1	1	1	1	1	1	0

Counter memiliki mode *up/down* yang diatur dari masukan *counter*. *Counter* akan menghasilkan keluaran yang memiliki resolusi 6 bit. Keluaran dari *counter* tersebut digunakan untuk mengontrol NCO. NCO digunakan untuk mengontrol akselerasi dan perlambatan dari kecepatan penggelindingan dadu elektronik. NCO terdiri dari penjumlah dan register 8 bit. Masukan NCO adalah keluaran dari *counter* yang memiliki resolusi 6 bit. Keluaran 6 bit dari *counter* dan keluaran dari register 8 bit digunakan sebagai masukan penjumlah. Keluaran dari penjumlah digunakan sebagai masukan untuk register 8 bit sedangkan *carry* yang merupakan keluaran dari penjumlah dipakai sebagai keluaran dari NCO. Jika hasil penjumlahan bilangan 6 bit dengan bilangan 8 bit kurang dari bilangan 8 bit maka *carry* = 1. Berikut ini adalah penggalan program VHDL untuk penjumlah dalam NCO.

```
hasil_penjumlahan <= "00" & unsigned (bilangan_6_bit) + unsigned (bilangan_8_bit);  
IF (hasil_penjumlahan < unsigned (bilangan_8_bit)) THEN  
    carry <= '1'; ELSE carry <= '0'; END IF;
```

Gambar 6 berikut ini adalah hasil simulasi generator dadu elektronik yang dibuat dengan menggunakan VHDL. Pada saat *push_button* = 0, bunyi tick akan dimulai. Pada saat *q* = 0, melodi dimulai.



Gambar 6. Hasil Simulasi Generator Dadu

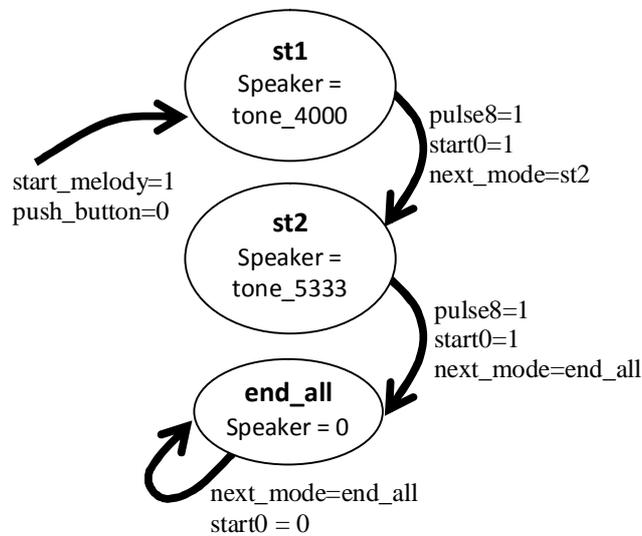
4. PEMBANGKIT SUARA DADU ELEKTRONIK

Di dalam perancangan pembangkit suara, tiga sinyal *tone* dengan frekuensi $f_1=6400\text{Hz}$, $f_2=5333\text{Hz}$ dan $f_3=4000\text{Hz}$ yang digunakan untuk menghasilkan melodi. Tabel 2 merupakan tabel kebenaran untuk pembangkit suara. Gambar 7 menunjukkan contoh FSM suara melodi untuk angka dadu 2 – 5. Kemudian Gambar 8 menunjukkan hasil simulasi untuk pembangkit suara dengan menggunakan VHDL.

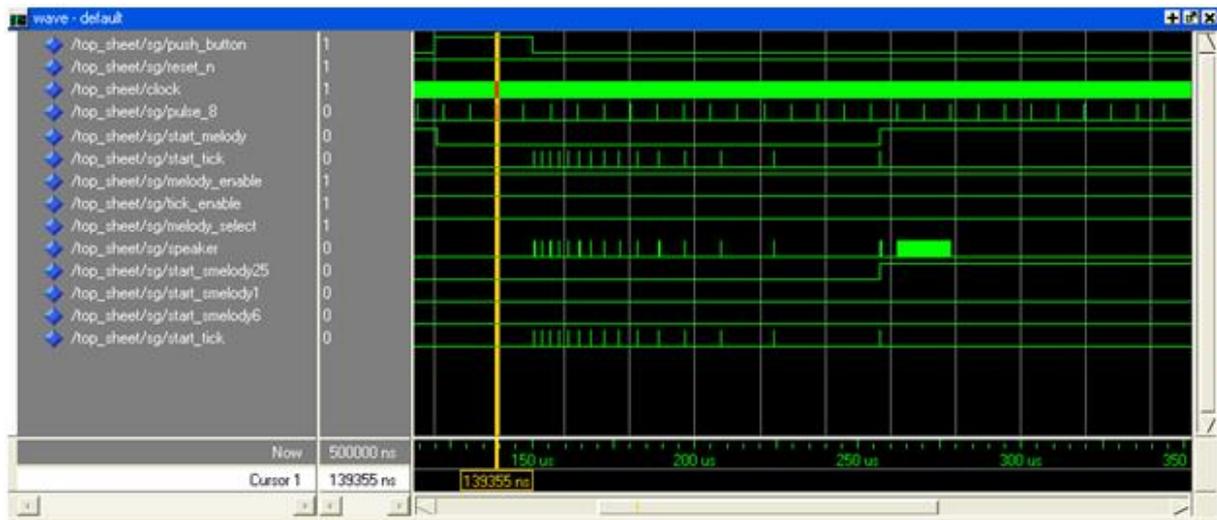
Tahap akhir perancangan dadu elektronik adalah menguji sistem dalam perangkat keras melalui emulasi perangkat keras. Perangkat keras XC2C128 CoolRunner-II CPLD dipakai untuk menguji perancangan dadu elektronik. Hasil perancangan sistem dadu elektronik dengan menggunakan VHDL berhasil diimplementasikan dengan menggunakan XC2C128 CoolRunner-II CPLD.

Tabel 2. Tabel kebenaran untuk pembangkit suara

Suara Berdetik	Suara Melodi	Dadu Angka Satu	Dadu Angka Dua	Dadu Angka Tiga	Dadu Angka Empat	Dadu Angka Lima	Dadu Angka Enam	1	2	3	4	5	6	7
1	0	X	X	X	X	X	X	f1	f1	f1	-	-	-	-
0	1	1	0	0	0	0	0	f3	f2	f1	-	-	-	-
0	1	0	1	0	0	0	0	f1	f2	-	-	-	-	-
0	1	0	0	1	0	0	0	f1	f2	-	-	-	-	-
0	1	0	0	0	1	0	0	f1	f2	-	-	-	-	-
0	1	0	0	0	0	1	0	f1	f2	-	-	-	-	-
0	1	0	0	0	0	0	1	f1	f2	f3	f1	f2	f3	f1



Gambar 7. Contoh FSM untuk suara melodi untuk angka dadu 2 – 5



Gambar 8. Hasil Simulasi Pembangkit Suara

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Dirk Jansen (Offenburg University of Applied Science, Jerman) dan Nidal Fawaz yang telah membimbing penulis dalam merancang sistem dadu elektronik serta memberikan perangkat keras XC2C128 CoolRunner-II CPLD untuk menguji perangkat lunak hasil perancangan dengan menggunakan VHDL.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jansen, D., Fawaz N., Design of Digital System in VHDL, ASIC Design Center University of Applied Science Offenburg, Version 3.0, 2008.
- [2] Jansen, D., et al., The Electronic Design Automation Handbook, Kluwer Academic Publisher, Boston, 2003.
- [3] Glauert W. H., Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language, <http://www.vhdl-online.de/> .
- [4] Chu P. P., FPGA Prototyping by VHDL Examples Xilinx SpartanTM-3 Version, A John Wiley & Sons Inc. Publication, 2008.
- [5] Xilinx XC2C128 CoolRunner-II CPLD Product Specification, http://www.xilinx.com/support/documentation/data_sheets/ds093.pdf, 2007.