

## Simulasi Operasi Logika pada Dua Buah Sinyal Digital

Djoko Untoro Suwarno<sup>1,2</sup>, Kusminarto<sup>1</sup>, Kuwat Triyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fisika, Universitas Gadjah Mada

Sekip, Bulak sumur, Yogyakarta

<sup>2</sup>Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Paingan Maguwoharjo, Sleman, Yogyakarta

<sup>2</sup>Penulis korespondensi, email : [Joko\\_unt@usd.ac.id](mailto:Joko_unt@usd.ac.id)

### Abstract

*This paper described about investigation on the effects of operation of two digital signals using digital logic operations. The logic operations used in this simulation were AND, OR, NOR, XOR, D-FF and JK-FF. Logic operation using AND, OR and XOR logic between two digital signals creates a new PWM signal. Logic D-FF operation between two digital signals can be used as frequency difference.*

**Keywords:** digital logic operation, frequency difference, simulation, D-FF

### 1. Pendahuluan




Fenomena layangan frekuensi (*beat*) merupakan fenomena saat terdapat dua buah sinyal yang saling berdekatan frekuensinya. Pada fenomena ini akan memunculkan sinyal yang terdengar akan membesar dan mengecil secara bergantian. Fenomena layangan bisa dijumpai pada peluit dari polisi Inggris, efek doupler, gelombang radio yang menangkap dua buah station yang berdekatan frekuensinya. Frekuensi layangan dapat diuraikan menjadi komponen selisih frekuensi dan frekuensi fundamentalnya. Pada sistem analog, untuk mendapatkan frekuensi layangan dilakukan dengan menggabungkan dua buah gelombang sinus yang berdekatan frekuensinya. Proses penggabungan dua buah gelombang sinus sering dinamakan mixer. Untuk mendapatkan informasi pada sistem penerima radio AM, gelombang yang diterima oleh antena dicampurkan (mix) dengan osilator lokal. Setelah pencampuran dilakukan proses penyaringan untuk mendapatkan sinyal informasinya.

Pada sistem digital, terdapat sinyal periodis berupa gelombang kotak. Perubahan gelombang kotak dapat berupa pergeseran fase maupun perubahan periodenya dengan amplitudo yang tetap. Operasi penggabungan untuk sinyal berupa gelombang kotak tidak dapat dilakukan dengan operasi penjumlahan ataupun pengurangan. Gelombang kotak memiliki dua buah keadaan yaitu level tinggi (logika 1, atau 5V) dan level rendah (logika 0, atau 0V). Operasi penjumlahan sinyal pada gelombang kotak akan menghasilkan level melebihi 5V atau pengurangan secara langsung akan menghasilkan aras tegangan kurang dari 0V. Operasi yang bisa dilakukan untuk gelombang kotak dan dipakai pada sistem digital yaitu operasi logika AND, logika OR, logika XOR, dan gerbang logika Flip Flop. Operasi Logika AND, OR, NOT, XOR merupakan operasi dasar untuk mengolah data digital. Tabel 1 berikut ini merupakan tabel operasi logika dasar AND, OR, NOT dan XOR. Tabel 2 disajikan operasi logika pada D-FF

Tabel 1. operasi logika NOT, AND, OR dan XOR

In A	In B	NOT A	NOT B	AND	OR	XOR
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	1

Tabel 2. Operasi logika Data Flip-flop [1]

Input Data	Input Clock	Output Q
0		0
1		1
X	0	Tidak berubah
X	1	Tidak berubah
X		Tidak berubah

Operasi logika pada sinyal menarik untuk diamati. Pengamatan terhadap operasi sinyal digital menjadi mudah diamati dengan menggunakan software simulasi. Software simulasi rangkaian digital yang digunakan antara lain Proteus. Ma dkk [2] melakukan simulasi terhadap pengukur frekuensi menggunakan proteus. Melalui simulasi perubahan parameter dapat dilakukan dan hasil diperoleh dengan segera.

Studi eksperimental tentang gerbang Data FlipFlop (D-FF) sebagai rangkaian pencampur digital dilakukan oleh Honnel [3]. Eksperimen yang dilakukan oleh Honnel menggunakan IC TTL pencacah dan ditampilkan pada osiloskop.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh DFF sebagai rangkaian pengurang frekuensi dengan menggunakan software simulasi proteus. Melalui simulasi , perubahan terhadap konfigurasi maupun sinyal masukan dapat dilakukan secara mudah.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian untuk melihat pengaruh operasi logika pada sinyal digital dilakukan secara simulasi menggunakan perangkat lunak simulasi Protesus ISIS profesional releasase 7.5 SP3. Operasi yang akan dilakukan berupa operasi: logika AND, logika OR, logika NOT, logika XOR, gerbang DFF (Data Flip Flop) dan gerbang JKFF.

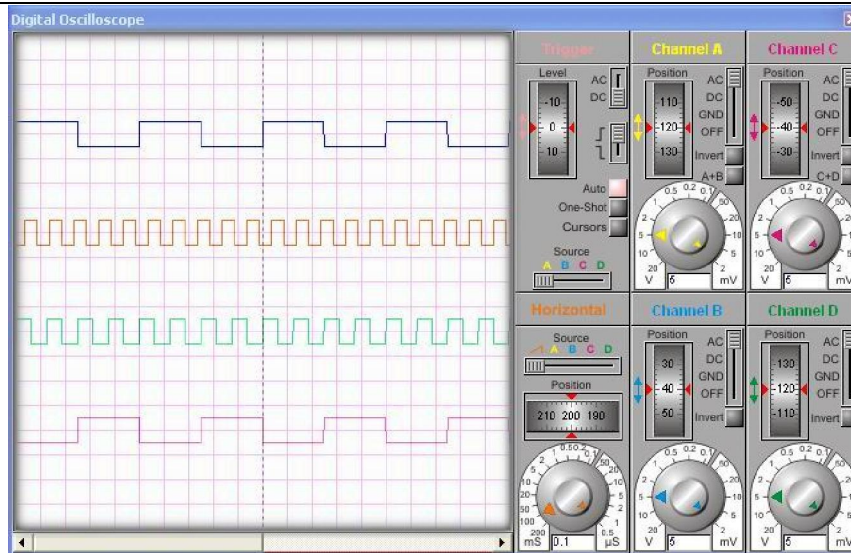
Komponen dan instrument pada proteus yang dipakai (gambar 1 – gambar 3) :

1. *VSM Signal Generator* → *square wave*, frekuensi bervariasi 60Hz – 6000 Hz



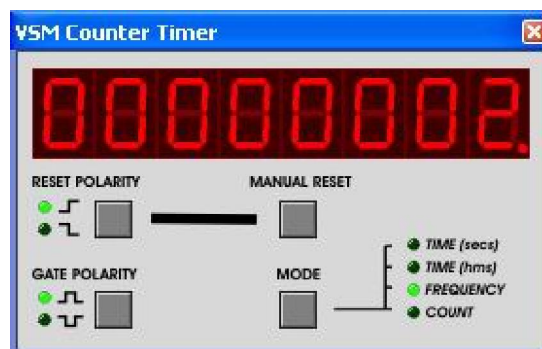
Gambar 1. VSM Signal Generator

2. *VSM Oscilloscope*



Gambar 2. VSM Oscilloskop

### 3. VSM Counter Timer



Gambar 3. VSM Counter Timer

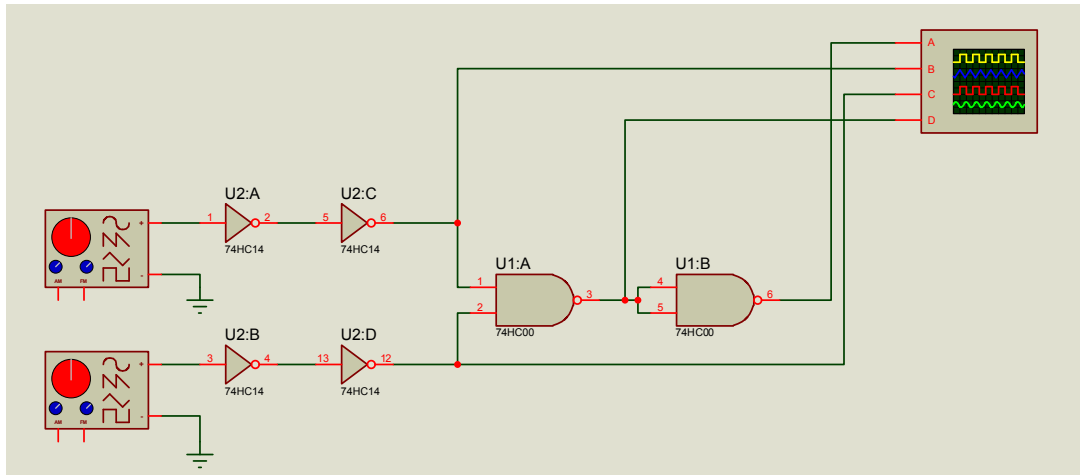
### 4. Gerbang logika NAND (74HC00), logika NOR (74HC02), gerbang logika NOT (74hc14, pemicu Schmitt), gerbang DFF (74HC74)

Sumber sinyal berasal dari *VSM Signal Generator* dengan mode *Square Wave*, tegangan 5V dan polaritas unipolar. Keluaran dari sinyal generator diberi inverter pemicu Schmitt (*Schmitt trigger*) 74HC04 untuk membentuk gelombang dengan level TTL. Keluaran dari gerbang inverter sebagai sumber frekuensi 1 dan frekuensi 2 masing-masing dihubungkan dengan kanal B dan kanal C juga sebagai masukan gerbang yang diuji. Kanal A pada oskiloskop dihubungkan dengan keluaran dari gerbang hasil pengolahan kedua sinyal masukan, sedangkan kanal D dihubungkan dengan keluaran NOT (jika ada keluaran not). Gerbang yang akan diuji ditempatkan setelah keluaran dari NOT U2A dan U2B. Pengaruh terhadap frekuensi dilakukan dengan melakukan perubahan terhadap frekuensi output dari VSM, sedangkan bentuk keluaran diamati pada oskiloskop.

### 3. Hasil dan Pembahasan

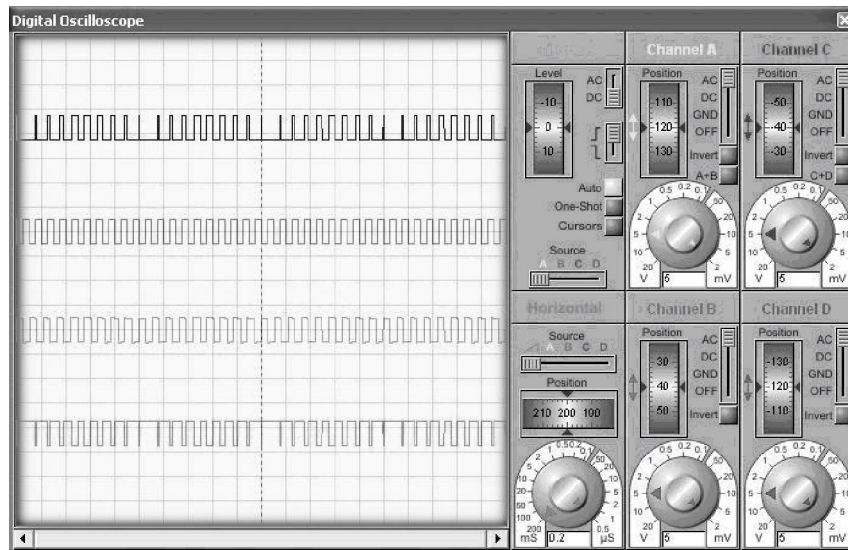
#### 3.1 Simulasi operasi logika AND

Simulasi operasi logika AND pada dua buah sinyal 10 Hz dan 9 Hz disajikan pada Gambar 4



Gambar 4. Simulasi operasi AND untuk frekuensi 10Hz dengan frekuensi 9Hz

Hasil simulasi operasi AND disajikan pada Gambar 5 berikut:

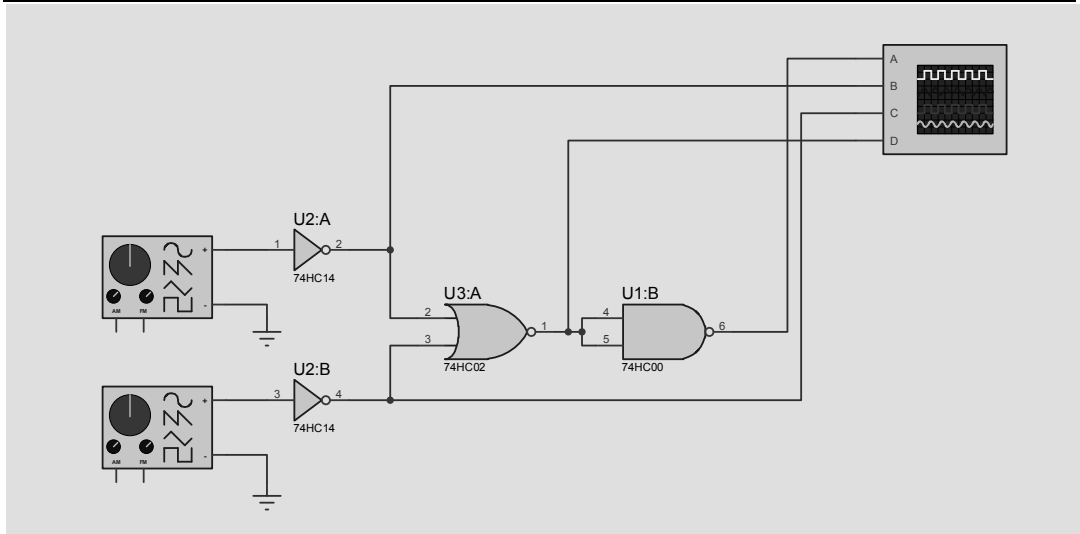


Gambar 5. Bentuk sinyal pada operasi AND untuk frek 10Hz dengan frek 9Hz

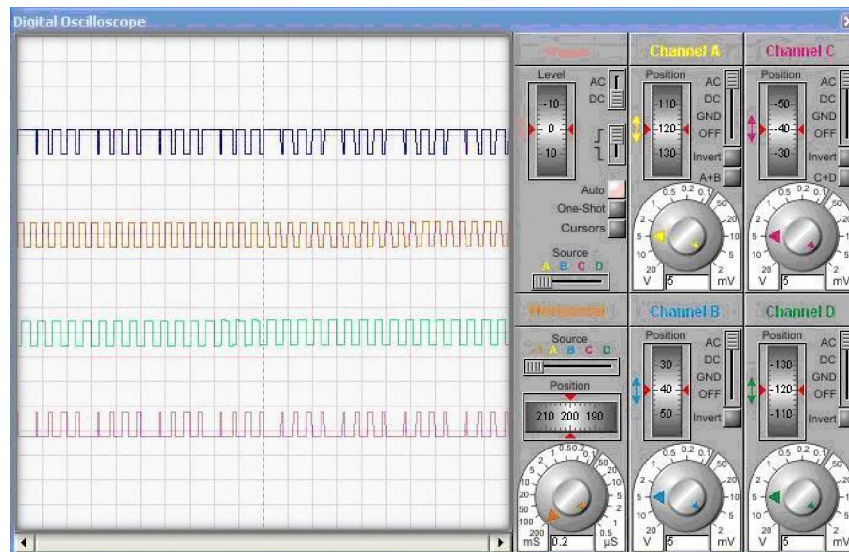
Sinyal (gelombang) yang dihasilkan berupa sinyal dengan bentuk PWM (*Pulse Width Modulation*). Masukan sinyal pertama berupa gelombang kotak 10 Hz dan sinyal kedua berupa gelombang kotak 9 Hz. Keluaran berupa gelombang PWM dengan periode 1 Hz

### 3.2 Simulasi untuk operasi logika OR dan NOR

Simulasi untuk operasi logika OR dan NOR untuk kedua sinyal disajikan pada *Gambar 6* berikut



Gambar 6. Simulasi operasi OR dan NOR pada dua buah sinyal



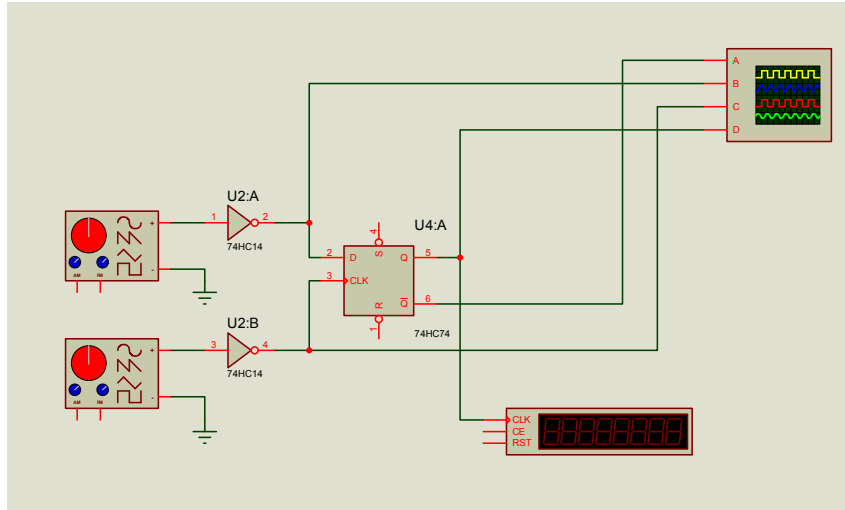
Gambar 7. Hasil Simulasi operasi OR dan NOR pada dua sinyal 10Hz dan 9 Hz

Kanal A merupakan keluaran dari logika OR, sedangkan kanal D dihubungkan dengan keluar logika NOR, sedangkan kanal B dan C dihubungkan dengan sinyal masukan.

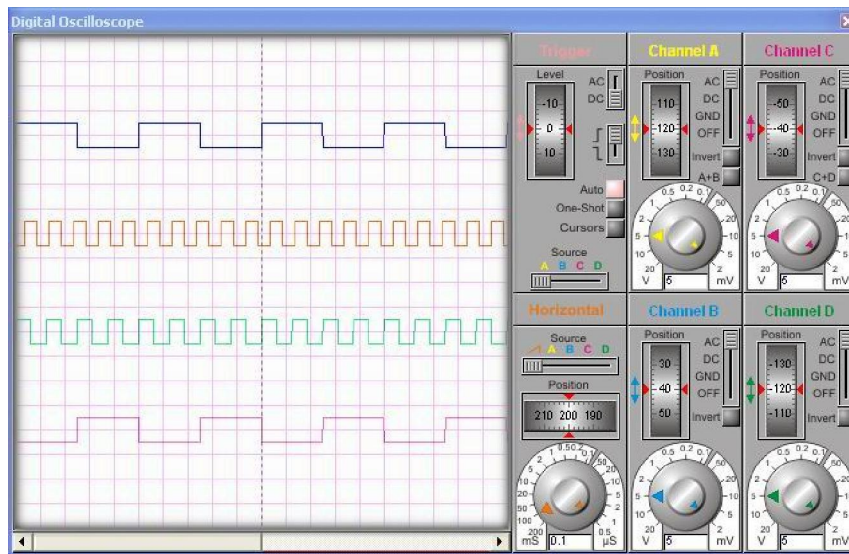
Hasil simulasi untuk operasi OR dan operasi NOR berupa gelombang PWM. Keluaran NOR berkebalikan dengan keluaran OR. PWM yang dihasilkan dari operasi OR memiliki modulasi di atas 50%, sedangkan operasi NOR memiliki gelombang PWM dengan modulasi kurang dari 50%

### 3.3 Simulasi operasi D-FF

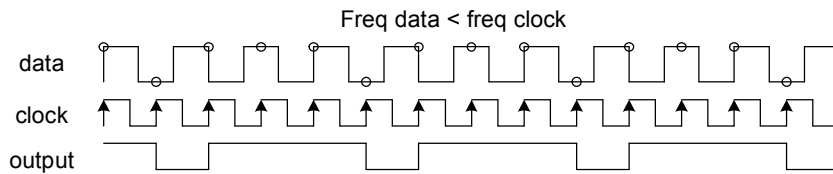
Simulasi operasi D-FF terhadap dua buah sinyal disajikan pada Gambar 8 berikut:



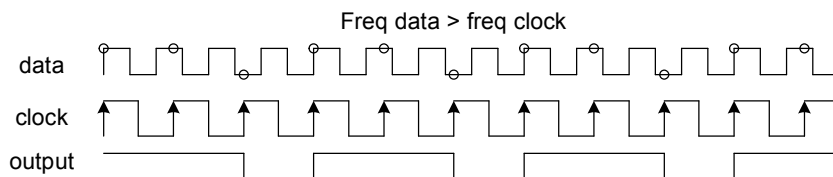
Gambar 8. Setup simulasi operasi D-FF terhadap dua frekuensi digital



Gambar 9. Bentuk gelombang yang terjadi pada operasi menggunakan D-FF

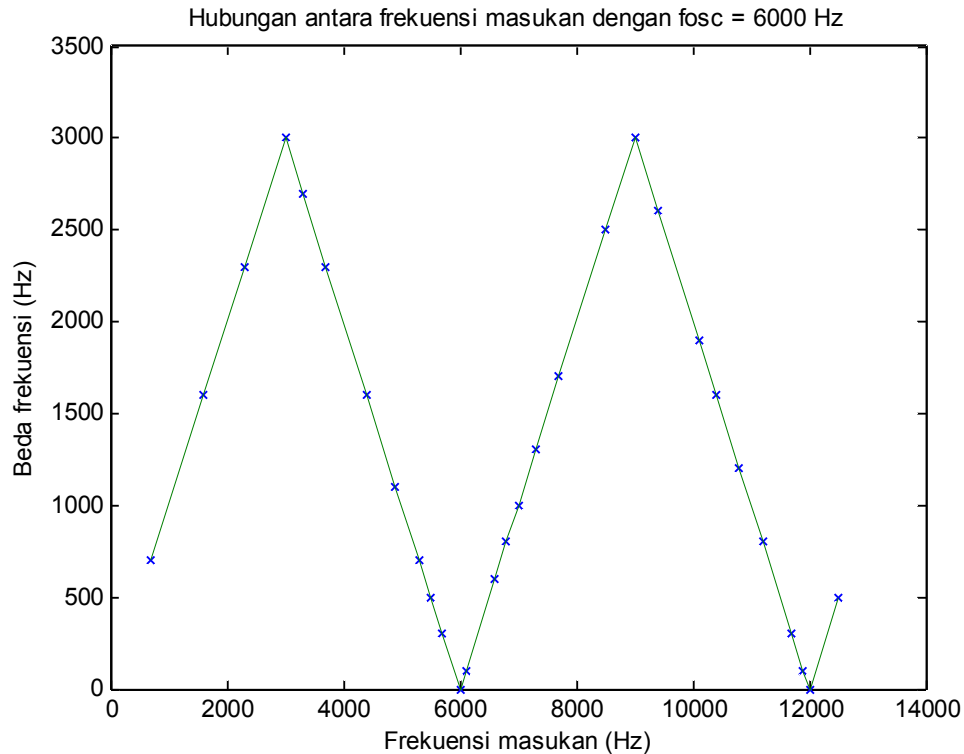


Gambar 10. bentuk gelombang beda frekuensi untuk  $f_{data} < f_{clock}$



Gambar 11. Bentuk gelombang beda frekuensi untuk  $f_{data} > f_{clock}$

Dari Gambar 12, terlihat hubungan antara frekuensi masukan dengan  $f_{osc}$  6000Hz. Frekuensi masukan bervariasi mulai dari lebih kecil sampai lebih besar dari  $f_{osc}$  dan melebihi frekuensi harmonisa.



Gambar 12. Grafik hubungan antara frekuensi masukan dengan  $f_{osc}$  6000 Hz

Beda frekuensi dapat dihitung berdasarkan persamaan (1) berikut :

$$\Delta f = \min(|n f_{osc} - f_{data}|, \quad n = 0,1,2,\dots) \quad (1)$$

Contoh perhitungan

$f_{osc} = 6000\text{Hz}$	$f_{data} = 4000\text{Hz}$	N=0	N=1	N=2	N=3
		4000Hz	2000Hz	8000Hz	14000Hz

Hasil  $\Delta f = 2000\text{Hz}$

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari simulasi ini yaitu

1. Operasi AND pada dua buah gelombang kotak dengan berbeda frekuensi menghasilkan bentuk sinyal PWM.
2. Operasi OR dan NOR pada dua buah gelombang kotak dengan berbeda frekuensi menghasilkan bentuk gelombang yang sama dengan operasi AND
3. Operasi DFF pada dua buah gelombang kotak yang berbeda frekuensi menghasilkan sinyal yang memiliki beda frekuensi dari kedua sinyal tersebut. D-FF digunakan sebagai rangkaian pengurang frekuensi pada sistem digital

**Daftar Pustaka**

- [1] On Semiconductor, 2007, 74HC74 Dual D Flip-Flop with set dan Reset, <http://onsemi.com> (diakses Januari 2014)
- [2] Liping Ma, Weiquo Zhang, *Digital and Simulation of Digital Frequency Meter Based on Proteus, 2012 International Conference on Electrical and Computer Engineering (ICECE 2012)*, Advances in Biomedical Engineering Vol 11
- [3] M.A Honnel, 1974, *A Digital Mixer*, final Report, Auburn University, Alabama