

BAB V

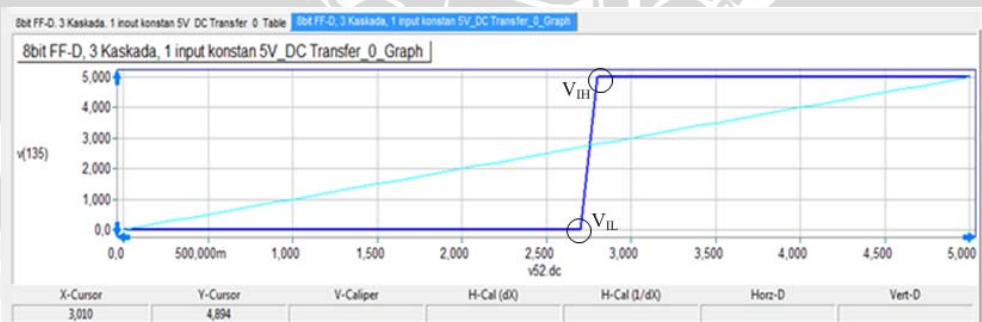
SIMULASI DAN PEMBUATAN LAYOUT

Bab ini membahas mengenai simulasi dan penggambaran *layout shift register 8 bit Serial Out Serial In HCMOS*. Hasil analisis dan perhitungan matematis dari BAB IV disimulasikan di BAB ini untuk mengetahui kebenaran perancangan yang dilakukan. Proses simulasi yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Simulasi karakteristik alih tegangan (VTC) untuk mengetahui besarnya Perhitungan V_{IH} , V_{IL} , V_{OH} dan V_{OL} serta *noise margin* dengan menggunakan perangkat lunak B²Spice dengan menggunakan analisis DC.
2. Simulasi unit step untuk mengetahui besarnya t_{PLH} , t_{PHL} , t_r dan t_f dengan frekuensi sinyal masukan tertentu dengan perangkat lunak B²Spice.

5.1 Simulasi Karakteristik Alih Tegangan (VTC)

Simulasi Karakteristik Alih Tegangan (VTC) diberikan dengan memberikan tegangan catu yang berupa 5V DC. Pada simulasi ini menggunakan kapasitas 10pF dan frekuensi 30MHz. Hal ini dilakukan sebagai pembandingan dari parameter yang terdapat pada *datasheet*.



Gambar 5.1 Grafik VTC IC Shift Register 8 bit Serial In Serial Out,

Gambar 5.1 menunjukkan grafik VTC IC Shift Register 8 bit Serial In Serial Out, berdasarkan grafik tersebut dapat diperoleh nilai V_{IL} , V_{IH} , V_{OL} dan V_{OH} . Kondisi idealnya ketika nilai V_{OL} mendekati nilai tegangan *ground* yaitu 0V sedangkan nilai V_{OH} mendekati nilai tegangan V_{DD} yaitu 5V. Nilai V_{IL} terletak pada titik bawah perpindahan dari 0 V ke 5 V sedangkan V_{IH} terletak pada titik bawah perpindahan dari 0 V ke 5 V.

$$V_{IH} = 2,803 \text{ V}$$

$$V_{OH} = 5 \text{ V}$$

$$V_{IL} = 2,701 \text{ V}$$

$$V_{OL} = 0 \text{ V}$$

Dari nilai tersebut akan didapat nilai *Noise margin* dengan menggunakan Persamaan (2.32) dan (2.33). NM_H untuk batasan logika tinggi, sedangkan NM_L untuk batasan logika rendah.

$$NM_H = 5 - 2,803 = 2,197 \text{ V}$$

$$NM_L = 2,701 - 0 = 2,701 \text{ V}$$

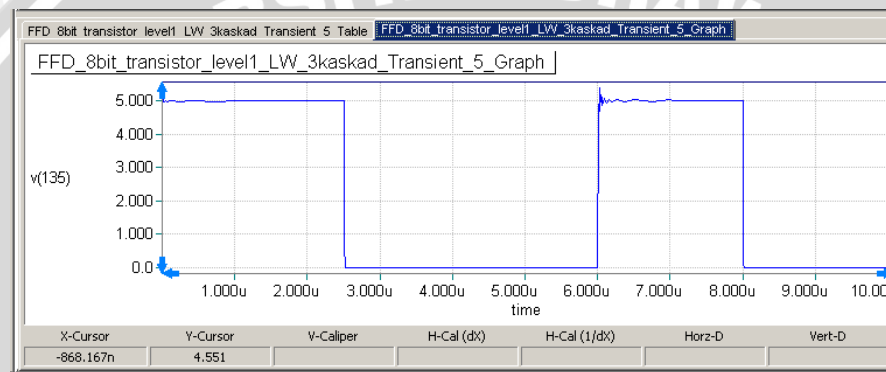
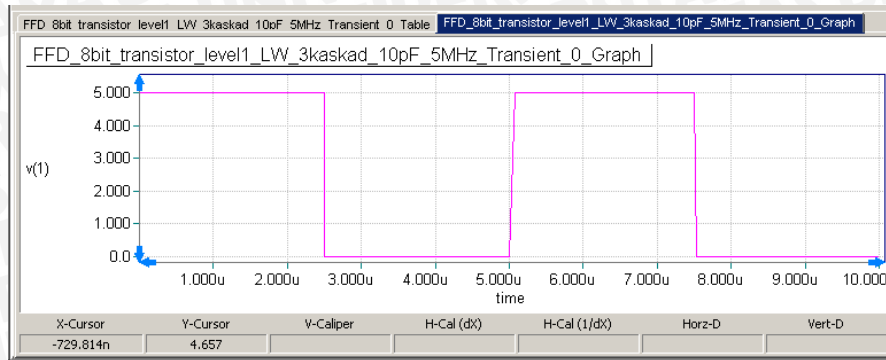
5.2 Simulasi Unit Step

Simulasi *unit step* dilakukan untuk mendapatkan nilai *propagation delay*. Masukkan yang diberikan berupa pulsa (*step*). Nilai *propagation delay* diperoleh dari sinyal *output* dari t_{PLH} , t_{PHL} , t_r , dan t_f . Dalam simulasi *unit step* yang diberikan bervariasi nilai kapasitor yaitu 10pF dan 15pF sedangkan variasi frekuensinya 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz, 25MHz, 30MHz, 35MHz, 40MHz, 45MHz, 50MHz.

Kondisi ideal yang diharapkan dalam simulasi *unit step* ini adalah menghasilkan nilai *propagation delay* yang lebih cepat, V_{OL} mendekati tegangan *ground* (0V) dan V_{OH} mendekati tegangan catu (5V).

5.2.1 Simulasi Unit Step dengan C=10pF

1) Frekuensi 5MHz



Gambar 5.2 Grafik unit step C=10pF, f=5MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 9ns$$

$$t_{PHL} = 3ns$$

$$t_r = 23ns$$

$$t_{PLH} = 8ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{3ns+8ns}{2} = 5,5ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=5,5ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 5 \cdot 10^6 = 1250 \cdot 10^{-6}W = 0.00125mW$$

$$PDP = 5,5 \cdot 10^{-9} \times 1250 \cdot 10^{-6} = 6875 \cdot 10^{-15}J = 6,875pJ$$

2) Frekuensi 10MHz



Gambar 5.3 Grafik *unit step* $C=10\text{pF}$, $f=10\text{MHz}$, $V(1)$ Menunjukkan Input (bawah) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (atas).

$$t_f = 20\text{ns}$$

$$t_{PHL} = 7\text{ns}$$

$$t_r = 11\text{ns}$$

$$t_{PLH} = 4\text{ns}$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{7\text{ns} + 4\text{ns}}{2} = 5,5\text{ns}$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=5,5\text{ns}$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 10 \cdot 10^6 = 2500 \cdot 10^{-6}\text{W} = 2,5\text{mW}$$

$$PDP = 5,5 \cdot 10^{-9} \times 2500 \cdot 10^{-6} = 13750 \cdot 10^{-15}\text{J} = 13,75\text{pJ}$$

3) Frekuensi 15MHz



Gambar 5.4 Grafik unit step C=10pF, f=15MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 12ns$$

$$t_{PHL} = 4ns$$

$$t_r = 13ns$$

$$t_{PLH} = 4ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{4ns+4ns}{2} = 4ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=4ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 15 \cdot 10^6 = 3750 \cdot 10^{-6}W = 3,75mW$$

$$PDP = 4 \cdot 10^{-9} \times 3750 \cdot 10^{-6} = 15000 \cdot 10^{-15}J = 15pj$$

4) Frekuensi 20MHz



Gambar 5.5 Grafik unit step $C=10\text{pF}$, $f=20\text{MHz}$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 22\text{ns}$$

$$t_{PHL} = 7\text{ns}$$

$$t_r = 6\text{ns}$$

$$t_{PLH} = 1\text{ns}$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{7\text{ns} + 1\text{ns}}{2} = 4\text{ns}$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=4\text{ns}$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 20 \cdot 10^6 = 5000 \cdot 10^{-6}\text{W} = 5\text{mW}$$

$$PDP = 4 \cdot 10^{-9} \times 5000 \cdot 10^{-6} = 20000 \cdot 10^{-15}\text{J} = 20\text{pJ}$$

5) Frekuensi 25MHz



Gambar 5.6 Grafik *unit step* C=10pF, f=25MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(134) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 9ns$$

$$t_{PHL} = 3ns$$

$$t_r = 5ns$$

$$t_{PLH} = 1ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{3ns+1ns}{2} = 2ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=2ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 25 \cdot 10^6 = 6250 \cdot 10^{-6}W = 6,25mW$$

$$PDP = 2 \cdot 10^{-9} \times 6250 \cdot 10^{-6} = 12500 \cdot 10^{-15}J = 12,5pJ$$

6) Frekuensi 30MHz



Gambar 5.7 Grafik unit step $C=10\text{pF}$, $f=30\text{MHz}$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 18\text{ns}$$

$$t_{PHL} = 6\text{ns}$$

$$t_r = 4\text{ns}$$

$$t_{PLH} = 1\text{ns}$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

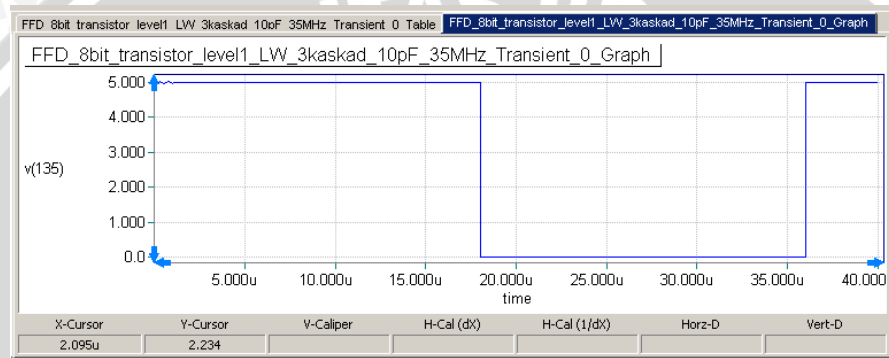
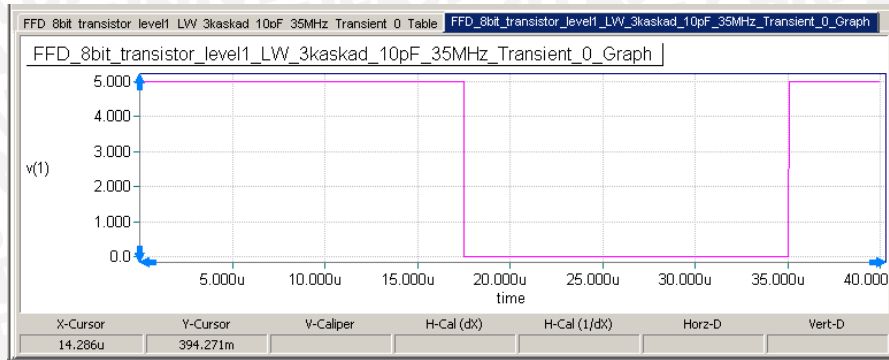
$$t_{PD} = \frac{6\text{ns} + 1\text{ns}}{2} = 3,5\text{ns}$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=3,5\text{ns}$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 30 \cdot 10^6 = 7500 \cdot 10^{-6}\text{W} = 7,5\text{mW}$$

$$PDP = 3,5 \cdot 10^{-9} \times 7500 \cdot 10^{-6} = 26250 \cdot 10^{-15}\text{J} = 26,25\text{pJ}$$

7) Frekuensi 35MHz



Gambar 5.8 Grafik *unit step* $C=10\text{pF}$, $f=35\text{MHz}$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 12\text{ns}$$

$$t_{PHL} = 4\text{ns}$$

$$t_r = 8\text{ns}$$

$$t_{PLH} = 3\text{ns}$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

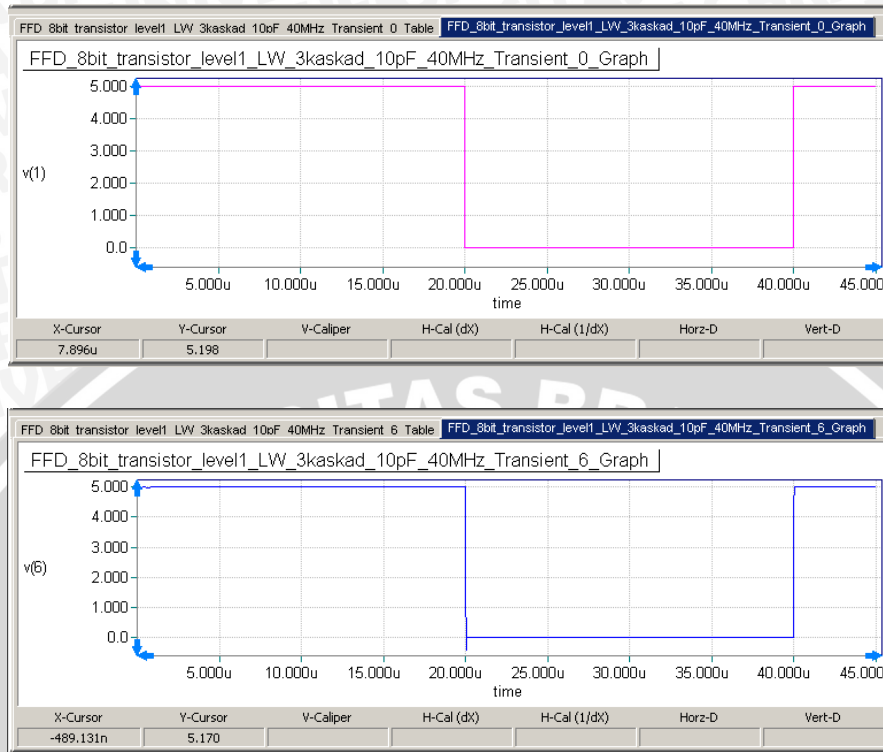
$$t_{PD} = \frac{3\text{ns} + 4\text{ns}}{2} = 3,5\text{ns}$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=3,5\text{ns}$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 35 \cdot 10^6 = 8750 \cdot 10^{-6}\text{W} = 8,75\text{mW}$$

$$PDP = 3,5 \cdot 10^{-9} \times 8750 \cdot 10^{-6} = 30625 \cdot 10^{-15}\text{J} = 30,625\text{pJ}$$

8) Frekuensi 40MHz



Gambar 5.9 Grafik *unit step* $C=10pF$, $f=40MHz$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 22ns$$

$$t_{PHL} = 7ns$$

$$t_r = 5ns$$

$$t_{PLH} = 1ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

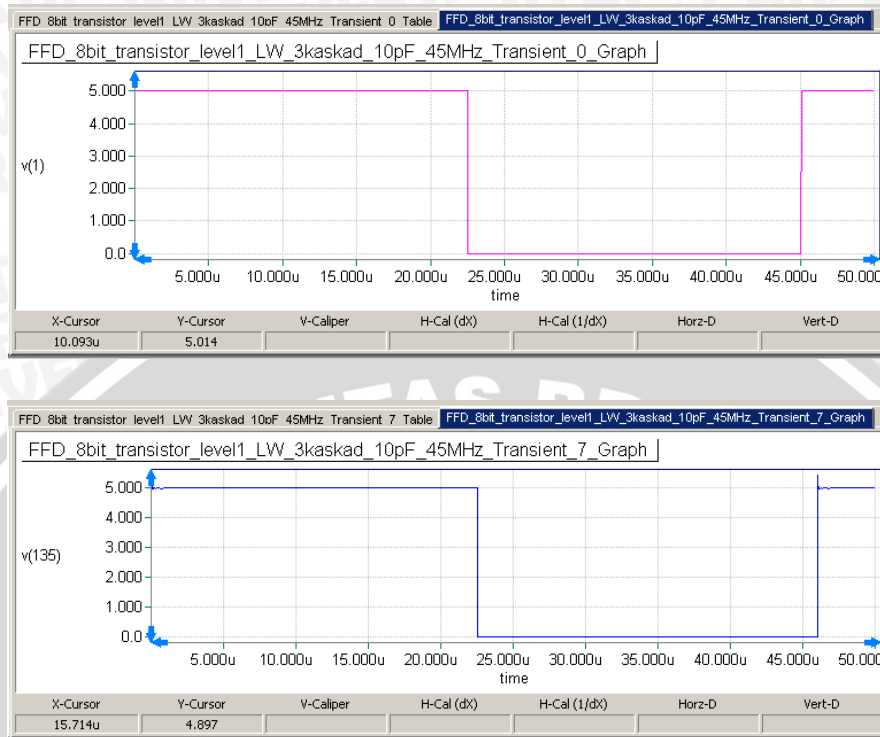
$$t_{PD} = \frac{7ns+1ns}{2} = 4ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=4ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 40 \cdot 10^6 = 10000 \cdot 10^{-6}W = 10mW$$

$$PDP = 4 \cdot 10^{-9} \times 10000 \cdot 10^{-6} = 40000 \cdot 10^{-15}J = 40pJ$$

9) Frekuensi 45MHz



Gambar 5.10 Grafik *unit step* C=10pF, f=45MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 9ns$$

$$t_{PHL} = 3ns$$

$$t_r = 20ns$$

$$t_{PLH} = 7ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

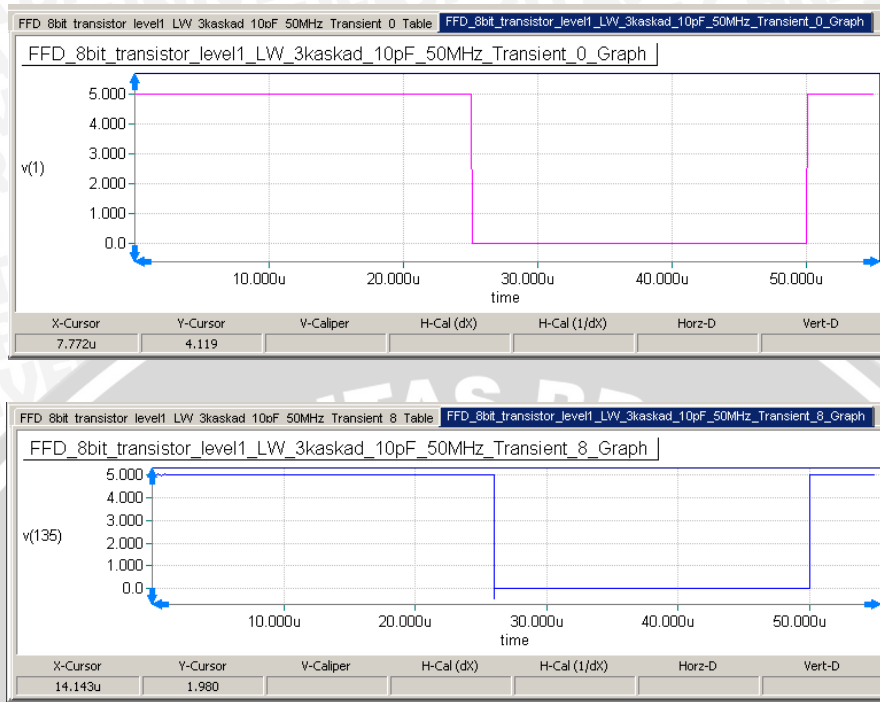
$$t_{PD} = \frac{7ns+3ns}{2} = 5ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=5ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 45 \cdot 10^6 = 11250 \cdot 10^{-6}W = 11,25mW$$

$$PDP = 5 \cdot 10^{-9} \times 11250 \cdot 10^{-6} = 56250 \cdot 10^{-15}J = 56,25pJ$$

10) Frekuensi 50MHz



Gambar 5.11 Grafik *unit step* C=10pF, f=50MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 22ns$$

$$t_{PHL} = 7ns$$

$$t_r = 4ns$$

$$t_{PLH} = 1ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{7ns+1ns}{2} = 4ns$$

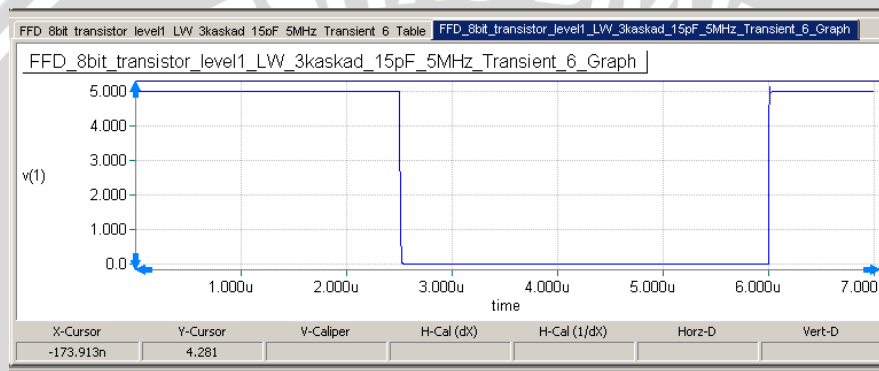
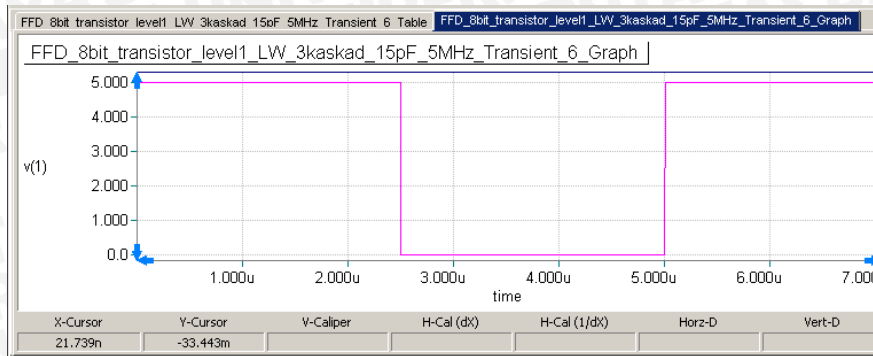
Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=4ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 10 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 50 \cdot 10^6 = 12500 \cdot 10^{-6}W = 12,5mW$$

$$PDP = 4 \cdot 10^{-9} \times 12500 \cdot 10^{-6} = 50000 \cdot 10^{-15}J = 50pJ$$

5.2.2 Simulasi Unit Step dengan C=15pF

1) Frekuensi 5MHz



Gambar 5.12 Grafik unit step C=15pF, f=5MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 1010ns$$

$$t_{PHL} = 1003ns$$

$$t_r = 1008ns$$

$$t_{PLH} = 1000ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{1003ns + 1000ns}{2} = 1001,5ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=1001,5ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 5 \cdot 10^6 = 1875 \cdot 10^{-6}W = 1,875mW$$

$$PDP = 1001,5 \cdot 10^{-9} \times 1875 \cdot 10^{-6} = 1877812,5 \cdot 10^{-15}J = 1877,8125pJ$$

2) Frekuensi 10MHz



Gambar 5.13 Grafik *unit step* $C=15pF$, $f=10MHz$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 26ns$$

$$t_{PHL} = 9ns$$

$$t_r = 14ns$$

$$t_{PLH} = 5ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{9ns+5ns}{2} = 7ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=7ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 10 \cdot 10^6 = 3750 \cdot 10^{-6}W = 3,75mW$$

$$PDP = 7 \cdot 10^{-9} \times 3750 \cdot 10^{-6} = 26250 \cdot 10^{-15}J = 26,25J$$

3) Frekuensi 15MHz



Gambar 5.14 Grafik *unit step* $C=15\text{pF}$, $f=15\text{MHz}$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 4\text{ns}$$

$$t_{PHL} = 1\text{ns}$$

$$t_r = 12\text{ns}$$

$$t_{PLH} = 4\text{ns}$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{4\text{ns} + 1\text{ns}}{2} = 2,5\text{ns}$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=2,5\text{ns}$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 15 \cdot 10^6 = 5625 \cdot 10^{-6}\text{W} = 5,625\text{mW}$$

$$PDP = 2,5 \cdot 10^{-9} \times 5625 \cdot 10^{-6} = 14062,5 \cdot 10^{-15}\text{J} = 14,0625\text{pJ}$$

4) Frekuensi 20MHz



Gambar 5.15 Grafik *unit step* C=15pF, f=20MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 9ns$$

$$t_{PHL} = 3ns$$

$$t_r = 19ns$$

$$t_{PLH} = 6ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{6ns+3ns}{2} = 4,5ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=4,5ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 20 \cdot 10^6 = 7500 \cdot 10^{-6}W = 7,5mW$$

$$PDP = 4,5 \cdot 10^{-9} \times 7500 \cdot 10^{-6} = 33750 \cdot 10^{-15}J = 33,75pJ$$

5) Frekuensi 25MHz



Gambar 5.16 Grafik *unit step* $C=15\text{pF}$, $f=25\text{MHz}$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 9\text{ns}$$

$$t_{PHL} = 3\text{ns}$$

$$t_r = 10\text{ns}$$

$$t_{PLH} = 2\text{ns}$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

$$t_{PD} = \frac{3\text{ns} + 2\text{ns}}{2} = 2,5\text{ns}$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31, hal. 19, BAB II) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD} = 2,5\text{ns}$

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 25 \cdot 10^6 = 9375 \cdot 10^{-6}\text{W} = 9,375\text{mW}$$

$$PDP = 2,5 \cdot 10^{-9} \times 9375 \cdot 10^{-6} = 23437,5 \cdot 10^{-15}\text{J} = 23,4375\text{pJ}$$

6) Frekuensi 30MHz



Gambar 5.17 Grafik *unit step* C=15pF, f=30MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 8ns$$

$$t_{PHL} = 3ns$$

$$t_r = 14ns$$

$$t_{PLH} = 5ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

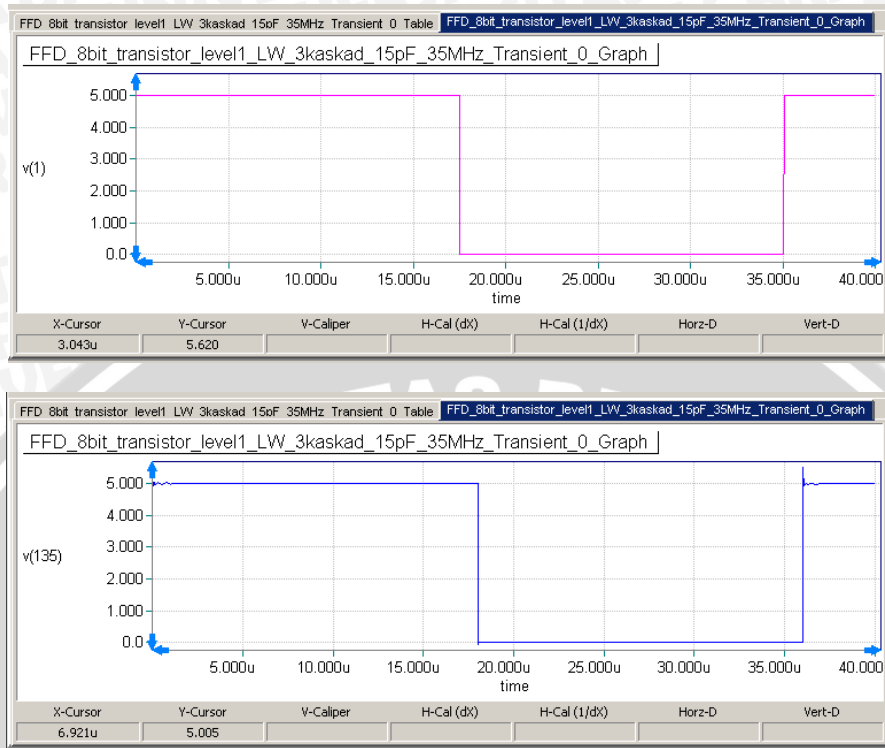
$$t_{PD} = \frac{3ns+5ns}{2} = 4ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=4ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 30 \cdot 10^6 = 11250 \cdot 10^{-6}W = 11,25mW$$

$$PDP = 4 \cdot 10^{-9} \times 11250 \cdot 10^{-6} = 45000 \cdot 10^{-15}J = 45pJ$$

7) Frekuensi 35MHz



Gambar 5.18 Grafik *unit step* C=15pF, f=35MHz, V(1) Menunjukkan Input (atas) dan V(135) Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 12ns$$

$$t_{PHL} = 4ns$$

$$t_r = 19ns$$

$$t_{PLH} = 6ns$$

maka nilai t_{pD} diperoleh

$$t_{pD} = \frac{4ns+6ns}{2} = 5ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{pD}=5ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 35 \cdot 10^6 = 13125 \cdot 10^{-6}W = 13,125mW$$

$$PDP = 5 \cdot 10^{-9} \times 13125 \cdot 10^{-6} = 65625 \cdot 10^{-15}J = 65,625pJ$$

8) Frekuensi 40MHz



Gambar 5.19 Grafik *unit step* $C=15\text{pF}$, $f=40\text{MHz}$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 23\text{ns}$$

$$t_{PHL} = 8\text{ns}$$

$$t_r = 7\text{ns}$$

$$t_{PLH} = 3\text{ns}$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

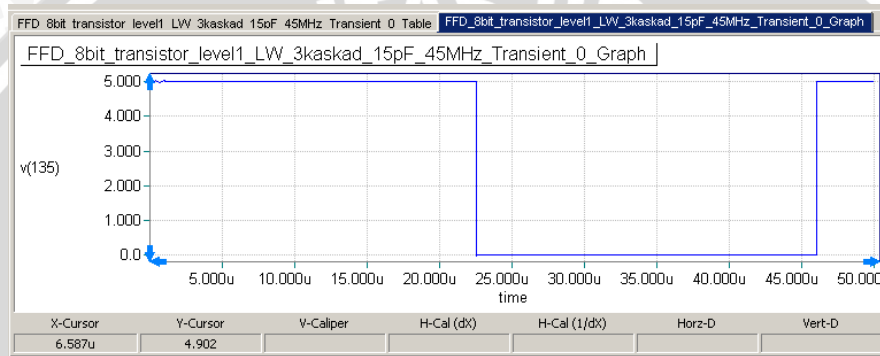
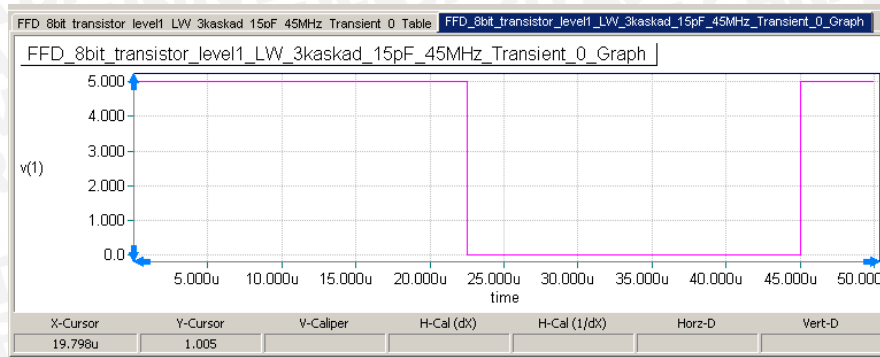
$$t_{PD} = \frac{8\text{ns} + 3\text{ns}}{2} = 5,5\text{ns}$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=5,5\text{ns}$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 40 \cdot 10^6 = 15000 \cdot 10^{-6}\text{W} = 15\text{mW}$$

$$PDP = 5,5 \cdot 10^{-9} \times 15000 \cdot 10^{-6} = 82500 \cdot 10^{-15}\text{J} = 82,5\text{pJ}$$

9) Frekuensi 45MHz



Gambar 5.20 Grafik *unit step* $C=15pF$, $f=45MHz$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 9ns$$

$$t_{PHL} = 3ns$$

$$t_r = 10ns$$

$$t_{PLH} = 2ns$$

maka nilai t_{PD} diperoleh

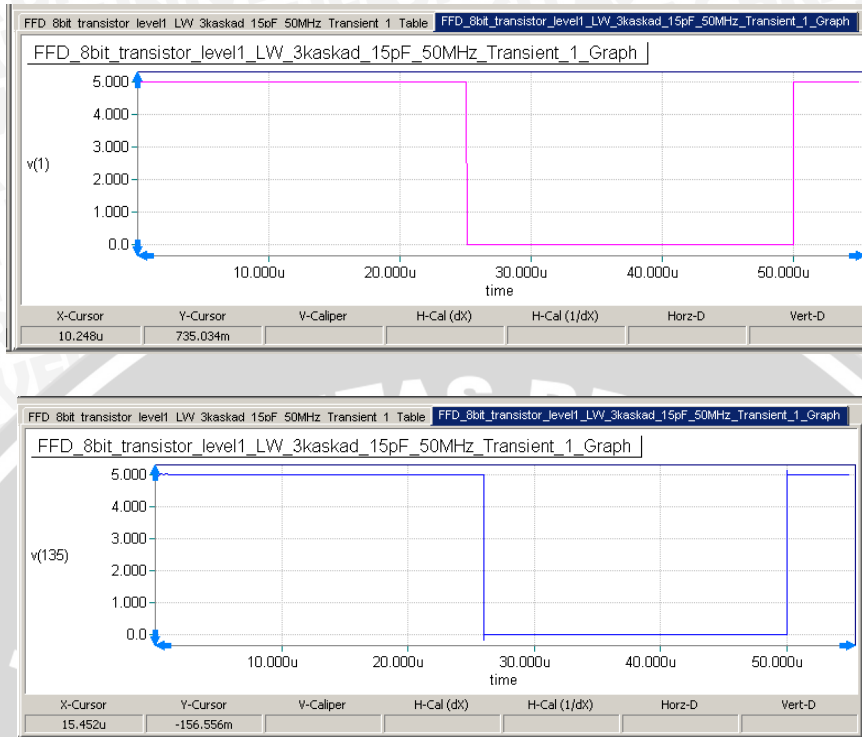
$$t_{PD} = \frac{3ns+2ns}{2} = 2,5ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{PD}=2,5ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 45 \cdot 10^6 = 16875 \cdot 10^{-6}W = 16,875mW$$

$$PDP = 2,5 \cdot 10^{-9} \times 16875 \cdot 10^{-6} = 42187,5 \cdot 10^{-15}J = 42,1875pJ$$

10) Frekuensi 50MHz



Gambar 5.21 Grafik *unit step* $C=15pF$, $f=50MHz$, $V(1)$ Menunjukkan Input (atas) dan $V(135)$ Menunjukkan Output (bawah).

$$t_f = 23ns$$

$$t_{PHL} = 8ns$$

$$t_r = 7ns$$

$$t_{PLH} = 3ns$$

maka nilai t_{pD} diperoleh

$$t_{pD} = \frac{8ns+3ns}{2} = 5,5ns$$

Untuk mengetahui nilai disipasi daya menggunakan Persamaan (2.31) (hal. 19) sedangkan untuk mengetahui nilai PDP dengan cara mensubstitusikan $t_{pD}=5,5ns$ dan hasil dari PD ke dalam Persamaan (2.33) (hal. 19).

$$PD = 15 \cdot 10^{-12} \times 5^2 \times 50 \cdot 10^6 = 18750 \cdot 10^{-6}W = 18,75mW$$

$$PDP = 5,5 \cdot 10^{-9} \times 18750 \cdot 10^{-6} = 103125 \cdot 10^{-15}J = 103,125pJ$$

5.3 Perbandingan antara hasil analisis, perhitungan dan *datasheet*

Hasil perhitungan pada subbab 5.2 akan dibandingkan dengan hasil perhitungan dan *datasheet* yang digunakan. Tabel 5.1 dibawah ini menunjukkan hasil simulasi.

Tabel 5.1 Data Hasil Simulasi

C	Parameter	Frekuensi (MHz)									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
10 pF	t _{plh} (ns)	8	4	4	1	1	1	3	1	7	1
	t _{phl} (ns)	3	7	4	7	3	6	4	7	3	7
	t _r (ns)	23	11	13	6	5	4	8	5	20	4
	t _f (ns)	9	20	12	22	9	18	12	22	9	22
	t _{PD} (ns)	5,5	5,5	4	4	2	3,5	3,5	4	5	4
	PD (mW)	1,25	2,5	3,75	5	6,25	7,5	8,75	10	11,25	12,5
	PDP (pJ)	6,875	13,75	15	20	12,5	26,25	30,625	40	56,25	50
15 pF	t _{plh} (ns)	1000	5	4	6	2	5	6	3	2	3
	t _{phl} (ns)	1003	9	1	3	3	3	4	8	3	8
	t _r (ns)	1008	14	12	19	10	14	19	7	10	7
	t _f (ns)	1010	26	4	9	9	8	12	23	9	23
	t _{PD} (ns)	1001,5	7	2,5	4,5	2,5	4	5	5,5	2,5	5,5
	PD (mW)	1,875	3,75	5,625	7,5	9,375	11,25	13,125	15	16,875	18,75
	PDP (pJ)	1877,8125	26,25	14,0625	33,75	23,4375	45	65,625	82,5	42,1875	103,125

Berdasarkan Tabel 5.1 diperoleh nilai *average propagation delay*, *power dissipation* dan *power delay product* yang semakin besar jika nilai kapasitor yang digunakan semakin besar juga di setiap frekuensi.

Tabel 5.2 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan, simulasi VTC dan *Noise Margine* dengan perhitngan % *error* ditunjukkan dalam Persamaan (5.1)

$$\%Error = (|nilai simulasi - nilai yang diinginkan| / nilai yang diinginkan) \times 100\% \quad (5.1)$$

Tabel 5.2 Perbandingan Data Hasil Perhitungan dan Simulasi VTC dengan *Datasheet IC*

Parameter	Datasheet SL74HC166	Simulasi 10pF	Perhitungan	%Error
V _{IH} (V)	3,15	2,093	2,875	27,2
V _{IL} (V)	0,3	2	2,125	5,88
V _{OH} (V)	4,4	5	4,625	8,1
V _{OL} (V)	0,1	0	0,375	100
NH _H (V)	1,25	2,907	1,75	66,11
NM _L (V)	0,2	2	1,75	14,28

Dari Tabel 5.2 dapat diketahui nilai hasil simulasi VTC dan perhitungan nilai VTC. menunjukkan hasil simulasi memiliki noise margin yang tinggi karena diatas dari perhitungan. artinya NM_H NM_L akan semakin tahan terhadap perubahan level logika.

Pada Tabel 5.3 menunjukkan perbandingan nilai *propagation delay*, *rise time*, *fall time* pada C=10pF, C=15pF dengan f=30MHz

Tabel 5.3 Data Hasil Perbandingan Nilai *Rise Time*, *Fall Time* dan t_{PD} dengan *Datasheet SL74HC166* pada Frekuensi 30MHz

Parameter	Datasheet	Simulasi			Perhitungan	
	SL74HC166	5pF	10pF	15pF	10pF	15pF
t _{PLH} (ns)	28	4	1	5	53	80
t _{PHL} (ns)	30	7	6	3	53	80
t _r (ns)	16	13	4	14	106	160
t _f (ns)	16	22	18	8	106	160
t _{PD} (ns)	29	5,5	3,5	4	53	80

Data yang dipakai pada Tabel 5.3 merupakan hasil perhitungan dan *datasheet* dengan nilai $C=10\text{pF}$, $C=15\text{pF}$ dengan $f=30\text{MHz}$. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan data hasil simulasi dengan variabel nilai kapasitor dan frekuensi yang sama. Berdasarkan Tabel 5.3 diperoleh nilai *propagation delay* dan *average propagation delay* yang lebih kecil dari hasil perhitungan dan *datasheet*, hal ini menunjukkan perancangan *IC shift register 8bit serial in serial out* memiliki kerja yang cepat, dibuktikan dengan kecilnya nilai *propagation delay*. Berikut Tabel 5.4 menunjukkan data hasil perbandingan *power disipation* dan *power delay product* merupakan hasil perhitungan dan *datasheet* dengan nilai $C=10\text{pF}$, $C=15\text{pF}$ dengan $f=30\text{MHz}$.

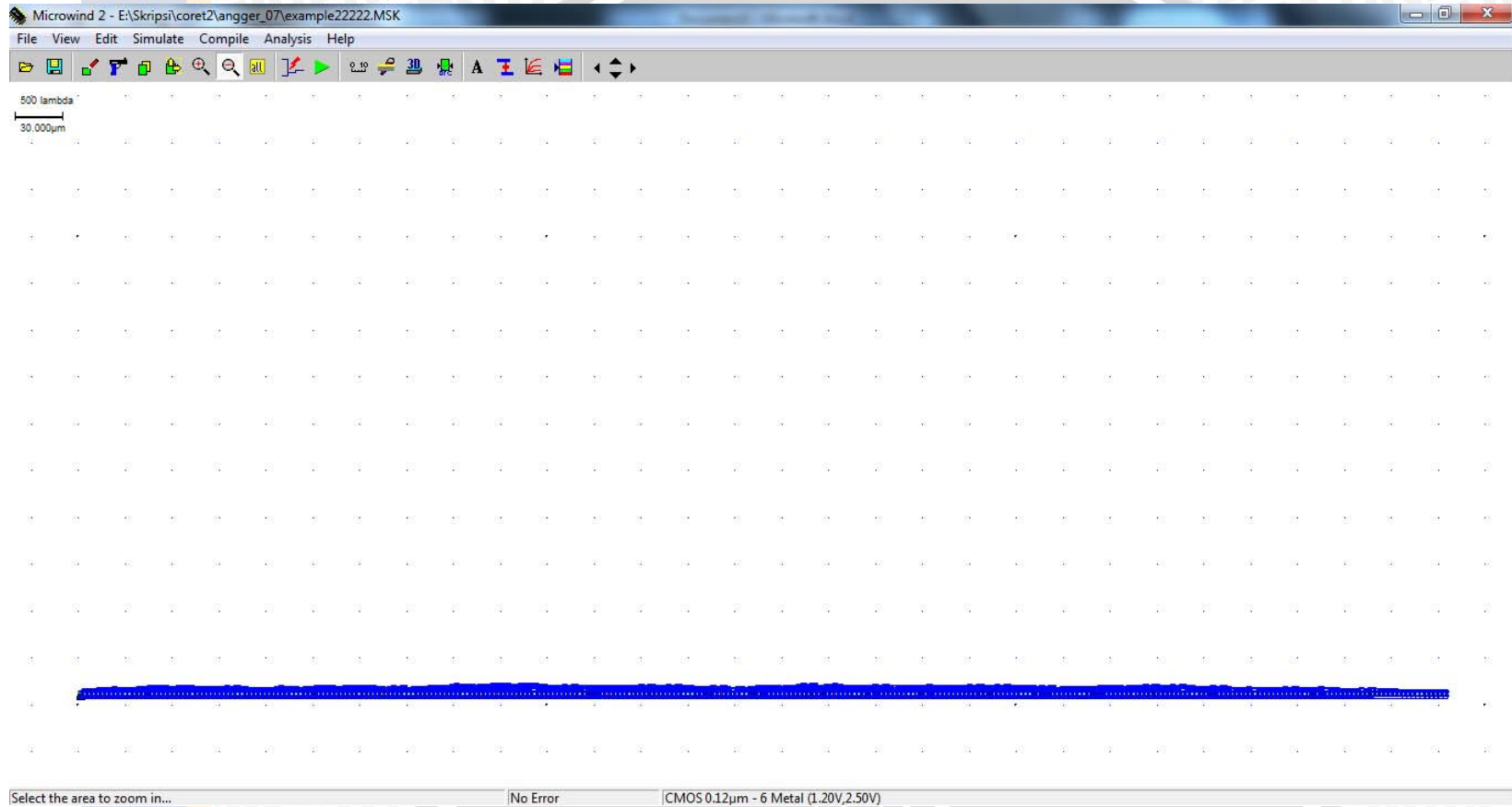
Tabel 5.4 Data Hasil Perbandingan *Power Disipation* dan *Power Delay Product* dengan *Datasheet* SI74hc166

Parameter	SL74HC166	Simulasi		Perhitungan	
	Vcc=5V	C=10pF	C=15pF	C=10pF	C=15pF
t_{PD} (nS)	29	3,5	4	64	96
PD (mW)	750	7,5	112,5	7,5	11,25
PDP(pJ)	21750	26,25	45	48	108

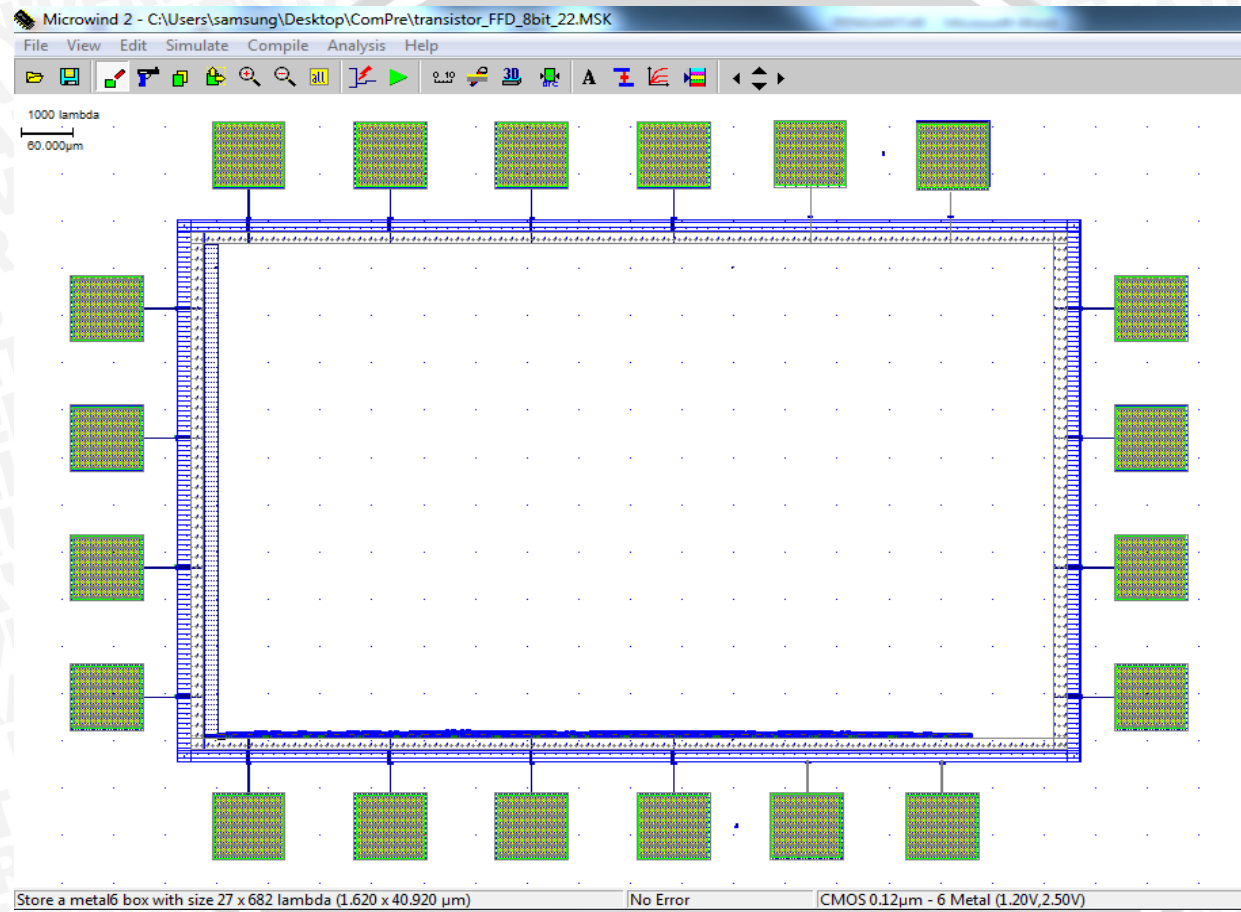
Berdasarkan Tabel 5.4 diperoleh nilai *power disipation* dan *power delay product* yang lebih kecil dari hasil perhitungan dan *datasheet*, hal ini menunjukkan perancangan *IC shift register 8bit serial in serial out* memiliki kerja yang cepat, dibuktikan dengan kecilnya nilai *propagation delay*.

5.4 Pembuatan Layout

Proses selanjutnya adalah penggambaran tata letak atau (*layout*) merupakan proses terakhir yang dilakukan. Penggambaran *layout* dilakukan dengan menggunakan program *Microwind2* dengan nilai lamda $0,6\mu\text{m}$. Penggambarannya dengan lapisan *polysilicon* berwarna merah, *difusi-p* berwarna kuning, *difusi-n* berwarna hijau, *metall* berwarna biru muda dan *metall2* berwarna biru tua ditunjukkan dalam Gambar 5.22 serta Gambar 5.23 Layout menggunakan pad I/O



Gambar 5.22 Layout tanpa pad I/O



Gambar 5.23 Layout menggunakan pad I/O