

Elektronika Lanjut

FPGA Field Programmable Gate Array



FPGA

- + FPGA (Field Programmable Gate Array) adalah rangkaian digital yang terdiri dari gerbang-gerbang logika dan terinterkoneksi sehingga dapat terhubung satu dengan lainnya. Intinya, FPGA ini merupakan sebuah chip yang bisa diisi program dan bisa dijalankan dengan software khusus



Sejarah FPGA

- ✚ FPGA dikembangkan sejak tahun 1984 oleh perusahaan Xilinx yang berbasis di San Jose, California.

- ✚ Ada 5 perusahaan besar yang memproduksi FPGA. Dua yang pertama merupakan yang paling menguasai di pasar FPGA:
 1. Xilinx
 2. Altera
 3. Lattice
 4. Actel
 5. Quicklogic



Pengertian FPGA

- + Rangkaian digital (terdiri dari gerbang-gerbang logika) yang terinterkoneksi sehingga dapat terhubung satu dengan lainnya.
- + FPGA sejenis dengan prototype, yaitu untuk membuat sebuah design permodelan.
- + Intinya, PFGA ini merupakan sebuah chip yang bisa diisi program dan bisa dijalankan dengan software khusus.
- + Banyak yang menggabungkan FPGA merk Xilinx.



Contoh FPGA Xilinx jenis Spartan 3E





Komponen gerbang terprogram yang dimiliki FPGA

- + Gerbang Logika biasa seperti :
 - + And ; Xor ; Or ; Not
- + Gerbang Logika kombinatorik seperti :
 - + Decoder ; Multiplier ; Adder ; Subtractor
- + Blok-blok komponen di dalam FPGA bisa juga mengandung elemen memori (register) mulai dari flip-flop sampai pada RAM (Random Access Memory).



Penggunaan FPGA

- ✦ ASIC & Custom Silikon (yang ada pada trafo)
- ✦ DSP (Digital Signal Processing), biasa disebut microprocesor
- ✦ Embeded Mikrokontroller, untuk melakukan tugas khusus, misalnya sebagai saklar atau sebagai penghitung daya pada trafo
- ✦ Physical Layer Communication (protocol/NIC), untuk interkoneksi layer fisik dengan layer protokol
- ✦ Record Configurable Computing, terdiri dari :
 - ✦ akselerasi hardware
 - ✦ Hardware simulation



Sifat FPGA

- ✦ Program dapat disusun kembali berulang ulang
- ✦ FPGA bersifat dapat didownload berulang-ulang tanpa batas
- ✦ Bersifat volatile, maka dari itu untuk menyimpan datanya, FPGA harus terus diberi daya. Bila kehilangan daya pada saat ingin mendownload, maka datanya pun bisa hilang
- ✦ Hampir semua rangkaian terimplementasi dalam chip. PFGA terdiri dari banyak CLB (Configuable Logic Block) yang bisa menyimpan rangkaian-rangkaian logika dalam setiap blocknya. Jadi dalam satu chip bisa tertanam banyak rangkaian digital
- ✦ 5. Murah



Contoh FPGA



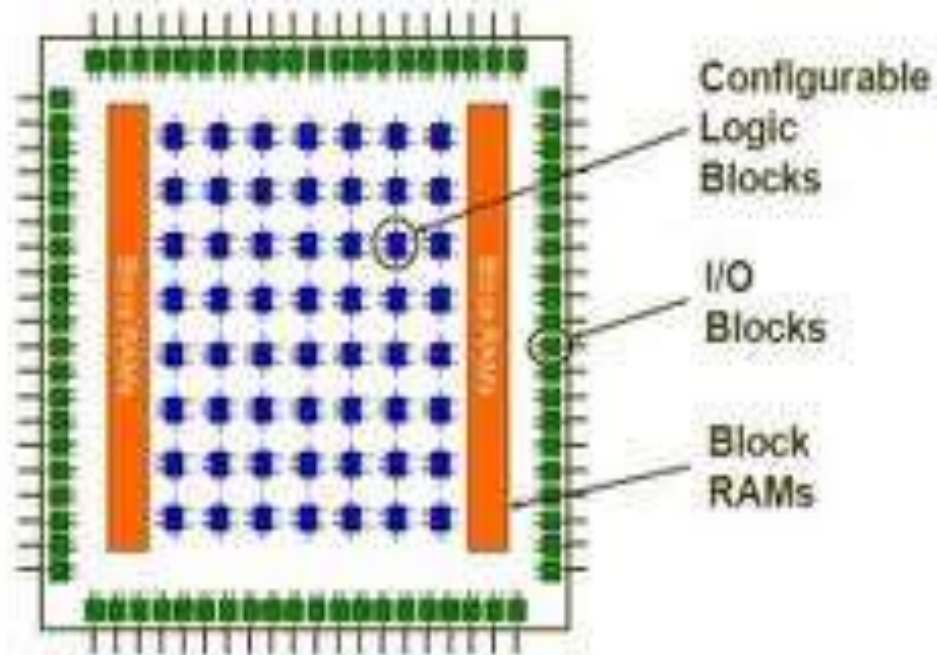
Salah satu FPGA buatan Altera



Salah satu FPGA buatan Xilinx



Rangkaian FPGA buatan Xilinx



Isi dari FPGA Buatn Xilinx



Rangkaian FPGA

- ✚ Bila dilihat dari segi bentuknya, FPGA tak berbeda jauh dengan bentuk IC-IC lainnya. Hanya saja, bila dilihat dari isinya FPGA memiliki bagian yang berbeda dengan komponen IC pada umumnya.
- ✚ Berikut isi dari FPGA pada umumnya:
 - ✚ Configure Logic Blocks (CLB)
 - ✚ I/O Blocks
 - ✚ Programmable Interconnect



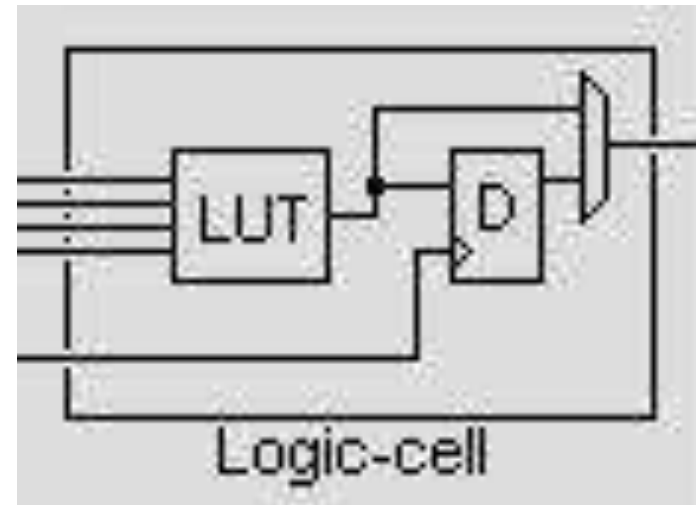
Isi FPGA

- ✦ Configure Logic Blocks (CLB).
CLB merupakan bagian dari FPGA yang akan memproses segala bentuk rangkaian logika yang dibuat oleh user
- ✦ I/O Blocks.
Sebagai interface antara external pin dari device dan internal user logic
- ✦ Programmable Interconnect.
Bagian ini berisi wire segments dan programmable switches atau biasa disebut saklar , selain itu bagian ini juga akan menghubungkan antara CLB satu dengan CLB lainnya.
- ✦ RAM (Random Access Memory)
Tepat penyimpanan pada FPGA



Isi CLB Configure Logic Blocks

- + LUT (Look Up Table)
- + D Flip Flop
- + Multiplexer 2 ke 1





LUT (Look Up Table)

- ✚ Sejenis RAM yang berkapasitas kecil.
- ✚ Dalam FPGA, LUT berperan penting dalam proses implementasi fungsi-fungsi logika.
- ✚ LUT berciri khas mempunyai 4 buah inputan.



D Flip Flop

- ✚ Merupakan jenis flip-flop (Bistable Multivibrator) adalah suatu rangkaian sel biner yang memiliki dua buah output yang saling berkebalikan keadaannya (0 atau 1).
- ✚ Di dalam FPGA, terdapat sebuah jenis flip-flop yaitu D flip-flop atau Data flip flop.
- ✚ Rangkaian D flip-flop ini berfungsi sebagai rangkaian logika sekuensial dimana di dalamnya terdapat peralatan memori dan pewaktu



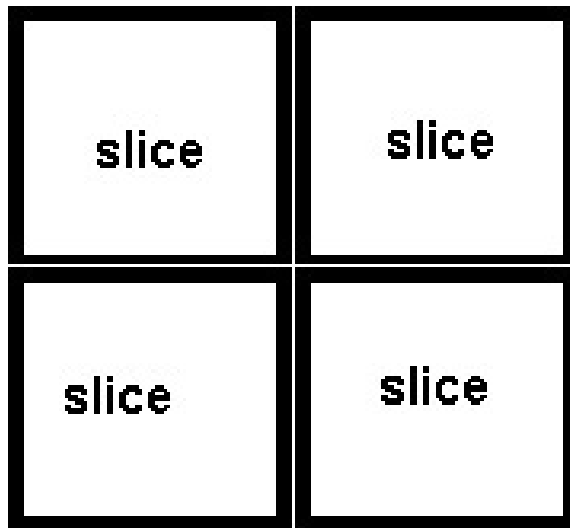
Multiplexer 2 ke 1

- ✦ Sebuah multiplexer adalah piranti digital yang bekerja sebagai switch (saklar) yang menghubungkan data dari n masukkan ke sebuah keluaran.
- ✦ Multiplexer berfungsi untuk memilih beberapa input untuk hanya menjadi 1 output saja.
- ✦ Di dalam FPGA, terdapat rangkaian multiplexer 2 ke 1 yang artinya, multiplexer tersebut memiliki 2 buah input dan 1 buah output



Isi dari LUT

- LUT yang terdapat pada setiap CLB, terbagi lagi misinya menjadi 4 slices. Masing-masing slice berisi Shift Register, RAM, dan informasi input.



Contoh pada single core

16 x 8 bit
32 x 4 bit
64 x 2 bit
128 x 1 bit

Contoh pada dual core

32 x 4 bit
64 x 2 bit
128 x 1 bit



Isi dari LUT

- ✚ Misalnya 16×8 bit.
- ✚ Angka 16 menjelaskan tentang besar RAMnya, dan
- ✚ 8 bit menjelaskan tentang shift registernya (banyaknya pencacahan).

Contoh pada single core

16 x 8 bit

32 x 4 bit

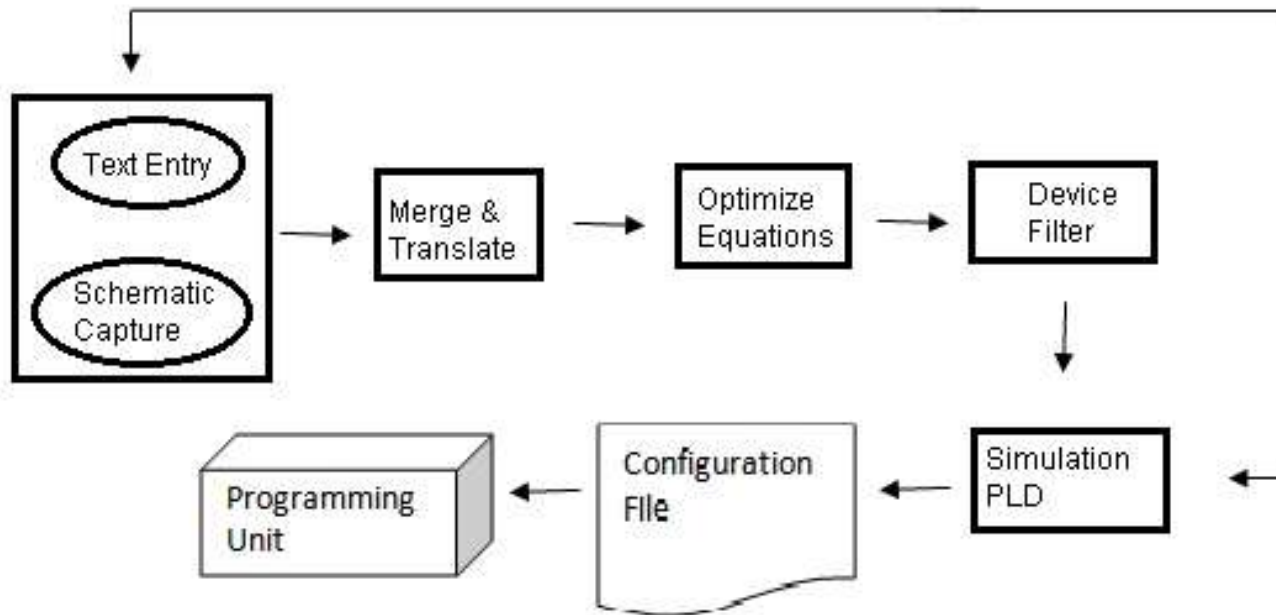
64 x 2 bit

128 x 1 bit



Alur Perancangan FPGA

- FPGA diimplementasikan dengan sistem CAD (Computer Added Design). Berikut adalah jalur perancangan FPGA





Alur Perancangan FPGA

- + Design entry
- + Logic implementation (gabungan dari merge & transale dan optimize equation)
- + Mapping
- + Placement
- + Routing software
- + Programming unit



Alur Perancangan FPGA

+ ***Design Entry***

Bisa dalam bentuk text yaitu bahasa pemrograman VHDL (Very High Speed Integrated Hardware Description Language), maupun dalam bentuk schematic capture berupa gambar-gambar simbol gerbang logika yang disatukan sehingga menjadi rangkaian yang utuh.

+ ***Logic Implementation (Gabungan dari Merge & Translate dan Optimize Equation)***

untuk mengoperasikan bilangan boolean untuk mengoptimalkan penggunaan logic.

+ ***Mapping***

Transformasi ekspresi boolean ke dalam bentuk circuit pada FPGA logic block.



Alur Perancangan FPGA



Placement

Setelah mapping, dilakukan penempatan algoritma yang digunakan ke masing-masing block.



Routing Software

Mengatur programmable interconnect / wire segment dan menentukan programmable switch untuk menghubungkan antar block.



Programming Unit

Mengkonfigurasi setelah placement dan routing tuntas



Arsitektur FPGA

1. Antifuse
2. Fine, Medium, Coarse Grained
3. MUX dan LUT
4. CLB, LAB, dan Slice
5. Fast Carry Chains
6. Processor Core
7. General Purpose I/O
8. Hard, Soft, dan Firm IP
9. System Gates
10. Clocking



Antifuse

- ✚ Adalah lawan dari fuse, fuse itu sendiri adalah sekering yaitu alat yang digunakan sebagai pengaman dalam suatu rangkaian listrik apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau suatu hubungan arus pendek.
- ✚ Cara kerjanya apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau terjadi hubungan arus pendek, maka secara otomatis sekering tersebut akan memutuskan aliran listrik dan tidak akan menyebabkan kerusakan pada komponen yang lain.
- ✚ Jadi Antifuse itu sendiri adalah untuk menciptakan atau membangkitkan jalur elektrik konduktif atau memberikan jalan kepada muatan listrik yang besar untuk lewat.



Fast Carry Chains

- + Tipe jalur interkoneksi yang berfungsi dalam pembuatan fungsi fungsi logika agar dapat berjalan efisien



Processor Core

- ✚ Otak dari sebuah processor dan pusat pengendali komputeryang berfungsi untuk melakukan perhitungan dan menjalankan tugas.



General Purpose I/O

- + Pin generic pada chip yang perilakunya dapat dikontrol atau diprogram melalui perangkat lunak



System Gates

- ✦ Sebuah 4 masukan yang dapat digunakan untuk mempresentasikan antara 1 sampai lebih dari 20 gerbang logika yang mempunyai 2 masukan



Clocking

- + Sebuah clock pada FPGA yang biasanya dibuat serempak . Artinya bahwa setiap detak yang dihasilkan dalam sebuah FPGA terjadi serentak akan mempengaruhi semua kondisi yang ada





Alhamdulillah....

Thanks!

A blue line-art cartoon character with a round face, a wide smile, and its arms raised in a gesture of joy or gratitude. A small '©' symbol is visible at the bottom right of the character.