

RANGKAIAN LOGIKA SEKUENSIAL

Suatu sistem digital dapat diimplementasikan dengan menggunakan komponen diskrit ataupun dengan menggunakan mikroprosesor atau mikrokontroler. Komponen diskrit yang digunakan umumnya merupakan rangkaian terpadu atau IC (integrated circuit). Cara ini lebih dikenal sebagai hardwired dimana perilaku sistem ditentukan oleh rangkaian yang digunakan. Jenis IC yang digunakan umumnya adalah jenis TTL, CMOS atau lainnya.

Cara yang lain ialah dengan menggunakan mikroprosesor atau mikrokontroler. Cara ini lebih dikenal sebagai Embedded System. Pada cara ini rangkaian menggunakan satu atau lebih mikroprosesor atau mikrokontroler sebagai komponen utamanya, didukung oleh sejumlah IC lain. Pada cara ini perilaku sistem ditentukan oleh program pengatur yang ditanamkan pada sistem. Masing-masing cara ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

Dasar pertimbangan dalam pemilihan implementasi antara lain ialah :

- Kecepatan proses
- Perubahan (perilaku) rangkaian
- Lama waktu perancangan

Jika menggunakan komponen diskrit, maka rangkaian dibentuk dengan menggunakan komponen-komponen diskrit, dimana rangkaian dapat dibuat terdiri dari beberapa bagian yang saling mendukung, dimana setiap bagian dapat bekerja secara independen. Dengan demikian maka kecepatan proses lebih cepat karena data dapat diproses secara serempak oleh bagian-bagian ini.

Pada cara ini, perilaku sistem ditentukan oleh rangkaian yang digunakan sehingga setiap perubahan dari perilaku sistem memerlukan perubahan pada rangkaian. Oleh karena itu perilaku sistem menjadi agak sulit untuk diubah. Waktu perancangan dengan menggunakan komponen-komponen diskrit relatif lebih singkat karena hanya perlu merancang perangkat keras.

Untuk membangun suatu rangkaian atau sistem digital, umumnya dibutuhkan gerbang-gerbang logika seperti gerbang AND, gerbang OR, gerbang NOT, gerbang NAND, gerbang NOR, gerbang EXOR dan gerbang EXNOR. Selain gerbang-gerbang umumnya dibutuhkan juga berbagai flipflop, seperti flipflop RS, flipflop D, flipflop T dan flipflop JK. Pada saat ini telah tersedia berbagai keluarga komponen digital, seperti :

- TTL

- CMOS
- DTL
- RTL
- ECL
- I²L

Setiap keluarga komponen digital ini mempunyai sifat-sifat tertentu sehingga dalam memilih komponen yang akan digunakan, perlu dibandingkan karakteristik dari komponen yang akan digunakan. Sebagai contoh, keluarga TTL mempunyai kecepatan lebih tinggi dari CMOS namun lebih boros dalam penggunaan daya. Disisi lain, keluarga CMOS lebih kebal terhadap derau jika dibandingkan dengan keluarga TTL. Dasar pertimbangan dalam menentukan keluarga logika yang dipilih antara lain ialah :

- Disipasi daya (power dissipation)
- Waktu tunda (delay time)
- Kekebalan derau (noise immunity)

TAHAPAN PERANCANGAN

Pada perancangan suatu sistem digital, ada beberapa tahapan yang harus dilalui sebelum rancangan itu dapat direalisasikan. Perancangan umumnya dimulai dengan membuat spesifikasi yang rinci dari sistem yang akan dibuat. Pada spesifikasi ini dirinci data-data teknis dari sistem. Data-data ini antara lain meliputi :

- Perilaku sistem
- Kemampuan
- Kebutuhan daya
- Kondisi operasi

Perilaku sistem menjelaskan tentang sifat-sifat dari sistem, misalnya hubungan antara masukan-masukan dengan keluaran-keluaran. Perilaku sistem ini umumnya dapat dijelaskan dengan kalimat yang menguraikan dengan jelas bagaimana sifat-sifat atau perilaku sistem yang diinginkan. Contoh, keluaran dari rangkaian akan ber-logika tinggi jika dua dari tiga masukannya diberi logika tinggi. Dari kalimat ini dapat dibuat tabel kebenaran yang selanjutnya dapat digunakan untuk membentuk persamaan rangkaian yang akan dibuat.

Selanjutnya persamaan ini disederhanakan semaksimal mungkin agar rangkaian menjadi sesederhana mungkin. Pada proses penyederhanaan ini, segala sesuatu yang bersifat mubajir (redundance) harus dihilangkan. Semakin sederhana suatu rangkaian, semakin andal rangkaian tersebut dan semakin mudah perawatannya. Semakin sederhana suatu rangkaian, semakin sedikit komponen yang digunakan sehingga probabilitas untuk rusak menjadi semakin kecil. Selain itu perawatannya juga akan semakin mudah karena jika terjadi kerusakan, jumlah komponen yang harus diperiksa atau diganti lebih sedikit.

Kemampuan menjelaskan kapasitas dari sistem, misalnya jumlah masukan, jumlah keluaran, kemampuan arus keluaran dan lain sebagainya. Kebutuhan daya menjelaskan tentang daya yang dibutuhkan agar sistem dapat beroperasi dengan baik, misalnya 5 V DC / 1 Ampere. Kondisi operasi menjelaskan tentang kondisi lingkungan yang dibutuhkan oleh sistem, misalnya suhu kerja, kelembaban dan lain sebagainya.

Tahap kedua dari perancangan adalah pemilihan komponen. Untuk membangun suatu sistem digital, tersedia sejumlah keluarga rangkaian logika, seperti TTL, CMOS dan lain-lain. Masing-masing keluarga logika ini memiliki kelebihan dan kekurangan, seperti frekuensi kerja maksimum, konsumsi daya dan lain-lain. Agar bisa menentukan pilihan, maka perlu diketahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing keluarga logika ini. Dengan diketahuinya data-data dari keluarga-keluarga logika ini, maka dapat ditentukan pilihan yang paling sesuai dengan kebutuhan.

Tahap ketiga dari perancangan adalah membangun rangkaian dengan menggunakan keluarga logika yang dipilih.

Setelah rangkaian selesai maka tahapan selanjutnya adalah ujicoba. Pada ujicoba ini, kemampuan rangkaian diuji dengan memberi kondisi paling buruk yang mungkin ditemui, misalnya diuji pada suhu ruangan 40° C. Jika rangkaian mampu melewati tahapan ini maka rangkaian dapat diproduksi.

Karena menggunakan rangkaian dan komponen elektronik yang berbeda maka masing-masing kelompok memiliki nilai-nilai parameter yang berbeda. Perbedaan umumnya terletak pada :

1. Tegangan kerja
2. Level tegangan logika (*logic level voltage*)
3. Tegangan ambang (*threshold voltage*)
4. Waktu tunda (*delay time*)
5. Disipasi daya (*power dissipation*)
6. Batas derau (*noise margin*)
7. Suhu kerja (*Operating temperature*)
8. Fan in dan fan out

Level tegangan logika adalah besarnya tegangan untuk masing-masing nilai logika 1 dan logika 0. Umumnya tegangan untuk logika 1 selalu lebih tinggi dari tegangan untuk logika 0. Sebagai contoh, untuk keluarga TTL, semua tegangan yang terletak antara $2,2 V_{DC}$ sampai $+5 V_{DC}$ dianggap sebagai logika 1 dan semua tegangan yang terletak antara $0 V_{DC}$ hingga $0,8 V_{DC}$ dianggap sebagai logika 0. Untuk keluarga CMOS, nilai tegangan ini berbeda karena keluarga CMOS dapat menggunakan tegangan catuan yang berkisar dari $+3 V_{DC}$ hingga $+15 V_{DC}$.

Tegangan ambang adalah peralihan tegangan dari aras yang dianggap sebagai logika 0 ke logika 1 dan sebaliknya. Tegangan ambang ini umumnya tergantung pada tegangan catu yang digunakan.

Waktu tunda adalah selisih waktu antara perubahan pada masukan dengan berubahnya keluaran. Perubahan keluaran umumnya selalu tertinggal dari perubahan masukan. Hal ini disebabkan karena kelambatan response dari semikonduktor yang digunakan dan adanya kapasitansi antara konduktor pada IC yang bersangkutan. Waktu tunda ini umumnya dipengaruhi oleh besarnya tegangan catuan dan suhu kerja.

Disipasi daya adalah besarnya daya yang diserap bila bekerja dengan duty cycle sebesar 50% pada frekuensi tertentu. Besarnya disipasi daya umumnya sebanding dengan jumlah komponen dalam suatu serpih (chip) dan rangkaian yang digunakan.

Batas derau adalah simpangan tegangan maksimum yang dapat diterima tanpa mengubah keadaan (state). Semakin tinggi batas derau semakin baik karena rangkaian akan lebih kebal terhadap derau.

Suhu kerja adalah kisar suhu dimana perangkat masih dapat bekerja dengan baik. Untuk keperluan komersil kisar suhu ini umumnya adalah dari 0 hingga $70^{\circ}C$ sedangkan untuk keperluan militer kisar suhu adalah dari -55 hingga $125^{\circ}C$.

Fan in adalah satuan (unit) masukan dan fan out adalah satuan keluaran dari gerbang standar. Pada beberapa kelompok gerbang, impedansi masukan sulit untuk ditentukan karena impedansi masukan untuk keluaran logika rendah berbeda dari impedansi masukan untuk keluaran logika tinggi. Oleh karena itu digunakan fan in untuk menyatakan besaran masukan dan fan out untuk menyatakan besaran keluaran suatu gerbang.