

adanya komputer, metode dengan pengalamatan program atau nama data, dan representasi data. Keputusan semacam ini termasuk aspek ukuran media penyimpanan, tipe dan format data, serangkaian instruksi, pengalamatan penyimpanan dan perlindungan, dan pertimbangan I/O dan interface.

## Perspektif Sejarah

Perancang sistem yang kompleks ini, seperti komputer, harus mempunyai pandangan global dari berbagai fungsi sistem dan harus mengenal adanya hubungan perangkat keras/perangkat lunak. Namun demikian, sebelum dimulai dengan deskripsi yang mendalam dari pembuatan blok yang digabungkan dengan proses perancangan, perspektif sejarah dari adanya evolusi ketentuan suatu hitungan. Kita akan memfokuskan pada beberapa periode sejarah dan melihat berbagai perbedaan bagian penghitungan yang dikembangkan selama periode ini. Kita akan menghitung kembali evolusinya dan dilanjutkan melalui penemuan yang dikulminasikan pada pengembangan komputer elektronik yang ada hingga sekarang ini.

## 1.2 KALKULATOR MEKANIK

---

**Kira-kira 4000 Sebelum Masehi.** Salah satu alat penghitung yang pertama kali dikenal adalah **abacus**. Abacus merupakan alat mekanik yang disusun atas lembaran tipis dari batu (dalam bahasa Yunani *abax*) dengan batu koral (dalam bahasa Yunani *calculi*) yang dikaitkan pada kawat. Posisi batu koral pada tiap kawat akan menentukan angka digit. Abacus (yang juga dikenal di China dengan nama *suan pan*, dan di Jepang dikenal dengan nama *soroban*) dapat digunakan untuk penambahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Di tangan orang-orang yang terampil, alat ini dapat menghitung secepat kalkulator modern.

**1623.** Mesin-mesin yang mampu secara otomatis melakukan empat operasi aritmatika dasar, pertama kali muncul di Eropa pada awal abad ketujuh belas. Mesin semacam ini telah dikembangkan dan dibuat pada tahun 1623 oleh Wilhelm Schickhard di University of Tübingen. Sekarang ini mesin Schickhard kurang dikenal.

**1645.** Blaise Pascal, filsuf dari Perancis, seorang ahli matematika dan ilmu-ilmu fisik, mengembangkan **kalkulator mekanik** yang nyata. Kalkulator ini

merupakan roda yang berputar yang menggunakan serangkaian delapan gir yang menghasilkan secara otomatis antara digit-digit untuk penambahan dan pengurangan angka desimal.

**Pertengahan 1600-an.** John Napier, seorang Scotlandia, menemukan konsep logaritma dan mengimplementasikannya pada tangkai gading, yang dikenal dengan nama **Napier's bones**, yang digunakan untuk melakukan perkalian dan pembagian melalui penambahan dan pengurangan yang berulang.

**Sekitar 1650.** Robert Bissaker mengembangkan hasil kerja Napier dengan logaritma dan menemukan **mistar hitung**, yang menggunakan potongan-potongan kayu yang dapat digeser.

**1671-1694.** Seorang ahli matematika Prussian yaitu Baron Gottfried Wilhelm von Leibniz mengembangkan mesin penambahan Pascal untuk melakukan perkalian dan pembagian dengan menambahkan gir.

**1725.** Basile Bouchon memperkenalkan alat tenun sutera yang sederhana. Pola sutera ini dikontrol oleh susunan lubang-lubang yang dipukulkan pada suatu gulungan kertas. Ketika kertas yang diberi kode ditekan dengan sederetan jarum, maka susunan yang berada pada baris atas dengan lubang-lubang akan tetap di tempat ketika yang lainnya berpindah. Aksi alat tenun ini, yang dikontrol oleh jarum-jarum yang terpilih, membentuk pola kain.

**1728.** Falcon, seorang penemu dari Perancis, merancang alat tenun yang menggunakan **punched cards** (kartu yang berlubang-lubang) untuk membuat berbagai variasi pola tenun secara otomatis. Teknik ini kemudian digunakan oleh sebuah mesin yang pertama kali berhasil mengoperasikan **punched cards**.

**1741.** Seorang pembuat jam, Jacques de Vaucanson telah membuat alat tenun otomatis. Polanya dibentuk oleh susunan lubang-lubang yang dipukulkan pada **metal drum**. Lubang-lubang tersebut mengontrol benang-benang pilihan dengan menaikkan dan menurunkan tapak-tapaknya.

**1801.** Salah satu hasil yang menarik dari revolusi industri adalah mesin tenun Jacquard. Joseph Maria Jacquard, seorang ahli tenun dari Perancis, pada tahun 1801 membuat alat tambahan pada alat tenun yang menghasilkan pola tenun secara otomatis. Ini merupakan satu langkah pengembangan maju dari **instruksi yang terprogram** sejak alat tenun dikontrol oleh serangkaian *punched*

*cards*. Kartu-kartu itu mempunyai lubang-lubang dan berfungsi seperti **program**, dengan menyediakan serangkaian instruksi yang terbaca oleh mesin ketika melewati beberapa susunan tangkai. Pada tahun 1812 lebih dari 11.000 mesin tenun Jacquard diproduksi di Perancis.

**1821.** Kemajuan besar berikutnya dihubungkan dengan penemu dari Inggris Charles Babbage. Penemuannya yang disebut **difference engine**, berfungsi untuk melakukan operasi penghitungan. Pada tahun 1854, seorang Swedia yang bernama Georg Scheutz mampu membuat versi kerja *defference engine* Babbage.

Sementara itu, Babbage mengembangkan suatu ide **mesin analitikal**, yang memiliki banyak kemiripan dengan komputer digital **stored-program** abad kedua puluh. Mesin tersebut dirancang dengan menggunakan dua macam kartu: yaitu **operating cards** yang menyatakan fungsi tertentu yang akan dilakukan, dan **variable cards** yang menyatakan data aktual. Mesin itu sendiri mempunyai media penyimpanan — suatu tempat di mana instruksi-instruksi dan variabel-variabel disimpan — dan **arithmetic unit** yang melakukan operasi. Instruksi-instruksi dan data dimasukkan ke dalam mesin tersebut dengan menggunakan *punched card* dan outputnya dihasilkan secara otomatis.

Suatu sejarah yang menarik dihubungkan secara tidak langsung dengan mesin analitik Babbage. Countes Augusta Ada Lovelace, putri Lord Bryon satu-satunya, telah mempelajari hasil kerja Babbage ketika mengunjungi London` Mechanic Institute dan kemudian bekerja dengan Babbage dalam mengembangkan beberapa ide untuk mesin analitik. Dia menerjemahkan ke dalam bahasa Inggris hasil kerja Babbage, yang ditulis oleh seorang ahli matematika Perancis yaitu Menabrea pada tahun 1842, dan menuliskan program untuk alat itu, serta mempromosikan dirinya sebagai programer dunia yang pertama. Departemen Pertahanan Amerika baru-baru ini mengembangkan bahasa pemrograman yang dirancang khusus untuk aplikasi besar dan cocok untuk pengkodean program yang menggunakan **pendekatan terstruktur** (*structured approach*). Bahasa ini, yang disebut Ada, diberi nama menurut nama Countess Lovelace.

**1822.** Beberapa usaha dibuat untuk memperbaiki mesin yang ditemukan oleh Pascal dan Leibniz, tetapi teknik mesin yang ada tidak dapat menghasilkan yang ketelitian diminta. Mesin yang pertama kali melakukan operasi aritmatika dasar yang cocok untuk penggunaan komersial adalah **Arithmometer** yang dibuat oleh Charles Xavier Thoas pada tahu 1822. Hanya kira-kira 1600 mesin yang dibuat.

**1850.** Penemu D.D Parmalee telah mengembangkan mesin penambahan **key-driven** yang dapat menambahkan angka-angka dalam satu kolom. Tetapi mesin ini tidak dapat diandalkan sehingga tidak pernah diproduksi secara komersial.

**1876.** Seorang insinyur Amerika yang bernama George Grant mendemonstrasikan cara kerja mesin pembeda. Dia sebenarnya telah menjual sejumlah mesin ini, yang disebutnya dengan nama **rack-and-pinion calculator**.

**1884.** Seorang penjual buku bernama William Seward Burroughs telah menemukan mesin praktek komersial pertama dari **adding-listing machine**. Untuk membuat alat tersebut dia membentuk suatu perusahaan, yang kemudian dikenal dengan nama Borroughs Corporation (sekarang bagian dari Unisys).

**1885** Dorr Eugene Felt telah membuat suatu eksperimen mesin penghitung **key-driven** yang menggunakan kotak makaroni dari kayu dengan kunci-kunci dari *meat skewers*, kunci tersebut terbuat dari staples, dan seikat karet yang digunakan untuk (pegas). Pada tahun 1887 Felt telah membentuk partner kerja dengan Rober Tarrant untuk membuat **Comptometer**. Mesin penghitung ini sangat berhasil sehingga tidak ada mesin lain yang menyainginya hingga tahun 1902.

**1887.** Leon Bollee dari Perancis telah merancang mesin pertama yang dapat melakukan perkalian secara langsung, bukan melalui penambahan yang berulang. Alat ini mempunyai beberapa lembar yang terdiri atas serangkaian plat tipis yang menunjukkan tabel perkalian biasa hingga angka 9. Di Switzerland dibuat sebuah mesin penghitung komersial populer yang menggunakan prinsip yang dikembangkan oleh Bollee, yang disebut dengan **Milliner**. Mesin ini hanya memerlukan satu kali putaran untuk menangani setiap perkalian dan mempunyai alat penggeser untuk menggeser ke posisi berikutnya.

Dr. Herman Hollerith, seorang ahli statistik dengan Bureau Amerika dari Cencus pada tahun 1887 mengembangkan suatu mesin tabulasi yang menggunakan konsep *punched-card*. Berdasarkan pada konsep **machine-readable card**, dia merancang suatu alat yang dikenal sebagai **cencus machine** (mesin sensus). Sensus yang diambil pada tahun 1880 membutuhkan waktu 7,5 tahun kalkulasi manual untuk tabulasi; waktu tabulasi dengan metode Hollerith lebih cepat, sehingga tekniknya diambil untuk sensus pada tahun 1890. Meskipun populasi telah berkembang dari 50 hingga 63 juta pada dekade setelah tahun 1880, perhi-

tungan tahun 1890 dapat diselesaikan dalam waktu tidak kurang dari tiga tahun. Setelah sensus pada tahun 1890, Hollerith mengubah mesinnya untuk penggunaan komersial dan pada tahun 1896 mendirikan Tabulating Machine Company untuk memproduksi dan menjual penemuannya tersebut. Kemudian perusahaan tersebut bergabung dengan yang lain untuk membentuk perusahaan yang sekarang dikenal sebagai International Business Machine Corporation (IBM).

**1910.** James Power, seorang ahli toko mesin sensus Bureau, telah mengembangkan sistem *punched card* dengan 240 kunci. Kesuksesannya pada sensus tahun 1910 yang mendorong Power untuk membentuk Powers Tabulating Machine Company pada tahun 1911, kompetitor utama untuk beberapa tahun dari Hollerith Tabulating Machine Company. Melalui serangkaian penggabungan, perusahaan ini kemudian menjadi bagian dari organisasi Remington Rand, seperti Univac Division dari Sperry Rand Corporation. Sperry Corporation bergabung dengan Burroughs untuk membentuk Unisys dan nama Univac tidak lagi digunakan).

**1934.** Prototipe pertama **electronic computer**, dengan tabung vakum mengganti elektromagnet, telah ditemukan pada tahun 1934 oleh Dr. John Vincent Atanasoff di Iowa State University. Setelah menyimpulkan bahwa tidak ada satu pun dari sepuluh alat penghitung yang ada memenuhi kebutuhannya, Atanasoff memutuskan untuk membuat sendiri mesin tersebut. Dia bekerja sama dengan Clifford Berry, asistennya membuat komputer elektronik pertama. Komputer ini, disebut dengan **Atanasoff-Berry computer (ABC)**, selesai dibuat lima tahun kemudian.

Usaha Atanasoff untuk menarik perhatian IBM ataupun Remington Rand atas penemuannya dan untuk mendapatkan hak patennya ternyata gagal. Meskipun dia telah menyusun dan merancang komputer digital elektronik pertama, penemuannya telah diakui oleh yang lain dalam beberapa tahun. Pada tahun 1974 hakim federal menyatakan bahwa Atanasoff adalah penemu konsep cara kerja komputer digital elektronik. Dan sekarang disetujui bahwa rancangan ABC dan penggunaan elektronik pada komputer tersebut adalah dasar pengembangan komputer digital elektronik.

**1937.** Howard Aiken dari Harvard University bekerja dengan mesin penghitung otomatis yang disebut dengan Mark I, suatu mesin relay. Dengan bantuan murid yang telah lulus dan insinyur IBM, mesin otomatis Aiken selesai dibuat pada tahun 1944. Harvard Mark I mempunyai panjang 51 kaki dan tinggi 8 kaki, terdiri atas 760.000 bagian, menggunakan 500 mil kabel, dan mempunyai berat

sekitar 5 ton. Mesin tersebut menggunakan program untuk menuntun ke serangkaian kalkulasi. Mesin ini dapat menambahkan, mengalikan, membagi, dan menghitung fungsi trigonometri, dan melakukan kalkulasi kompleks yang lain. Penambahan dan pengurangan diseleksikan dalam waktu hanya 0,3 detik, sedangkan perkalian kurang dari 6 detik, dan pembagian waktu kurang dari 16 detik.

**1938.** Beberapa komputer elektromekanik yang menggunakan relay untuk tujuan perubahan tertentu telah dibuat pada Bell Telephone Laboratories, dimulai pada tahun 1938. **Special-purpose computers** ini pada awalnya didasarkan pada kerja Dr. George R Stibiltz. Yang pertama, disebut **complex calculator**, dikatakan sebagai komputer pertama untuk mengerjakan komponen **binary**. Mesin ini yang dioperasikan pada tahun 1940, dapat dikontrol dengan remote dan dapat melakukan operasi aritmatik dengan dua angka. Model II dan III dibuat untuk memecahkan masalah militer dan dioperasikan berturut-turut pada tahun 1943 dan 1944, secara respektif. Model IV dapat menangani fungsi trigonometri, seperti sinus dan tangen. Model V terdiri atas 9000 relay dan 50 peralatan Teletype, mempunyai berat 10 ton dan memerlukan tempat 1000 kaki persegi. Model VI, adalah yang terakhir, dibuat untuk penggunaan pribadi Bell Laboratory dan diutamakan untuk banyak perbaikan, termasuk unit penyimpanan **magnetic tape**.

**1941.** Komputer relay telah dibuat di Jerman pada tahun 1941 oleh Konrad Zuse. Komputer ini disebut dengan Z3, operasi logisnya dapat diubah dengan mengubah interkoneksi di antara relay-relay tersebut. Z3 merupakan komputer **general-purpose program-contolled** yang pertama.

### 1.3 EVOLUSI SISTEM KOMPUTER ELEKTRONIK

---

Komputer mekanik mempunyai dua kekurangan yang serius: kecepatan komputer dibatasi kelambanan gerak bagian-bagiannya, dan transmisi informasi oleh alat mekanik (gir, pengungkit, dan sebagainya) yang tidak praktis dan tidak dapat diandalkan. Pada elektronik komputer, secara kontras, **bagian yang berpindah** merupakan elektron, dan suatu informasi dapat ditransmisikan dengan arus listrik pada kecepatan mendekati kecepatan cahaya (300.000 km/detik). Pada tahun 1906 **tabung vakum triode** ditemukan oleh Lee de Forest, yang memungkinkan adanya perubahan signal elektrik pada kecepatan yang melebihi bagian mekanik