

RESUME SEJARAH KOMPUTER

Martinus William Hartono (13218044)
EL2008-Pemecahan Masalah dengan C
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB

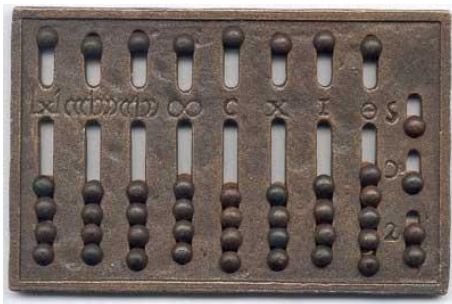


1. DEFINISI KOMPUTER

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, komputer merupakan alat elektronik otomatis yang dapat menghitung atau mengolah data secara cermat menurut yang diinstruksikan, dan memberikan hasil pengolahan, [1]. Komputer yang umum digunakan sekarang terdiri dari hardware dan software, serta akan bekerja jika menerima input dan akan memberikan output sesuai dengan perintah yang diberikan oleh pengguna. Untuk berkomunikasi dengan komputer, digunakan sebuah bahasa yang dikenal dengan bahasa pemrograman, bahasa C merupakan salah satunya. Kecanggihan dari komputer pada zaman ini merupakan hasil penyempurnaan dari komputer pada generasi-generasi pendahulunya.

2. ABACUS

Abacus merupakan alat hitung mekanik yang digunakan untuk menyelesaikan perhitungan matematis, [2]. Abacus ditemukan di Mesopotamia, selain itu juga ditemukan di peradaban awal manusia seperti di Cina, Mesir, Yunani, Persia, dan Romawi. Sebelum diciptakannya abacus, manusia melakukan perhitungan dengan menggunakan jarinya. Prinsip berhitung dan melakukan operasi Matematika sederhana merupakan sebab Abacus merupakan awal dari terciptanya komputer.



Gambar 1 Replika Abacus

Sumber: <https://history-computer.com/CalculatingTools/abacus.html>, [3]

3. PASCALINE

Selain abacus, terdapat sebuah alat yang dapat melakukan operasi penjumlahan dan pengurangan, alat tersebut disebut dengan Pascaline, [4]. Pascaline, atau yang sering disebut

dengan *arithmetic machine*. Alat tersebut diciptakan oleh Blaise Pascal pada 1642-1644.



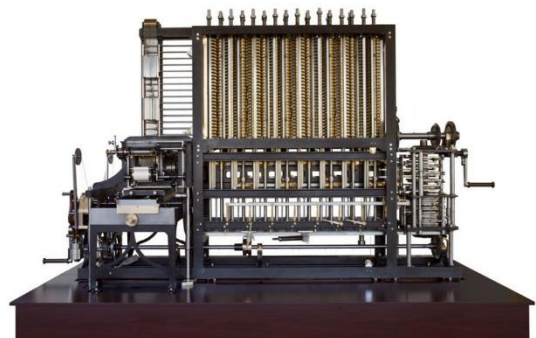
Gambar 2 Arithmetic Machine

Sumber: <https://www.britannica.com/technology/Pascaline>, [3]

4. MESIN PENYIMPAN PROGRAM

Abacus dan Pascaline merupakan sebuah alat hitung sederhana yang tidak memiliki tempat penyimpanan data yang telah diinput. Sebuah alat dengan nama *Difference Engine* merupakan sebuah komputer pertama yang memiliki kemampuan untuk menyimpan data yang telah diinput. Alat ini dibuat pada tahun 1820-1830an oleh Charles Babbage. Alat ini dapat melakukan perhitungan yang lebih kompleks jika dibandingkan dengan abacus serta pascaline.

Keistimewaan dari *difference engine* adalah alat ini merupakan alat pertama yang didesain untuk dapat menyimpan data dengan cara memberikan lempengan logam yang tipis tanda (*stamp*) yang menandai input dan output dari hasil perhitungan yang dilakukan, [7]. Rekan dari Babbage, Ada Augusta (Lady Lovelace) dikenal sebagai programmer pertama di dunia.



Gambar 3 Difference Engine

Sumber: <https://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=121206408>, [8]

Selain itu, Herman Hollerith mendesain sebuah alat yang bekerja dengan cara melubangi kertas (*punched hole*) pada tahun 1880, [9]. Alat tersebut diciptakan untuk menabulasikan data sensus penduduk AS sehingga sensus dapat dilakukan dengan lebih efektif. Ide menggunakan mekanisme *hole punching* didapatkan dari kondektur kereta yang memberikan lubang pada tiket kereta penumpang. Dari alat yang diciptakannya, sensus penduduk yang pada zaman tersebut dapat mencapai 10 tahun, dapat diselesaikan dalam waktu 1 tahun. Mesin ini menggunakan listrik sebagai sumber energi.



Gambar 4 Census Tabulator

Sumber: <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/1890tabulator.html>, [10]

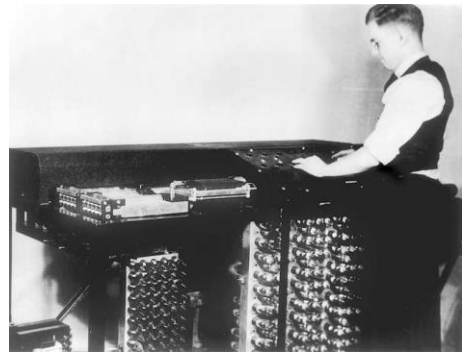
1	2	3	4	OH	UM	2p	Ch	Oh	In	20	30	40	50	60	70	80	90	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
5	6	7	8	CL	UL	0	Nu	Qd	Nu	25	35	45	55	65	75	85	95	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	2	3	4	CS	US	Ph	B	H	0	30	40	50	60	70	80	90	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
5	6	7	8	No	HS	MC	V	F	5	35	45	55	65	75	85	95	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
1	2	3	4	Ph	FF	Ph	7	1	30	40	50	60	70	80	90	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
5	6	7	8	HS	FF	Ph	8	2	35	45	55	65	75	85	95	100	10	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
1	2	3	4	X	UN	Ph	9	3	40	50	60	70	80	90	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
5	6	7	8	Oh	UN	Ph	10	4	45	55	65	75	85	95	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
1	2	3	4	V	R	OH	11	5	50	60	70	80	90	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
5	6	7	8	7	4	1	12	6	55	65	75	85	95	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
1	2	3	4	8	5	2	Oh	0	60	70	80	90	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z					
5	6	7	8	9	6	3	0	P	65	75	85	95	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z					

Gambar 5 Census Punched Card

Sumber: <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/1890tabulator.html>, [10]

5. GENERASI AWAL

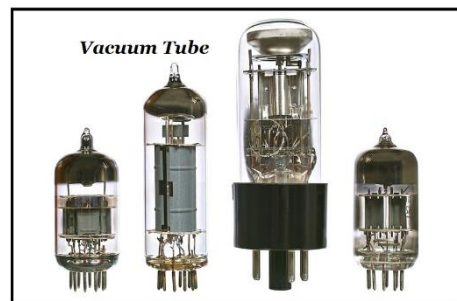
Komputer generasi awal ditandai dengan diciptakannya Atanasoff-Berry Computer (ABC) yang diberi nama berdasarkan nama penciptanya. ABC merupakan sebuah komputer elektronik dengan tujuan khusus. Ide awal dari pembuatan komputer ini adalah untuk menyimpan data pada kapasitor dalam bentuk biner dan menggunakan rangkaian logika untuk melakukan operasi penjumlahan dan pengurangan, [11]. ABC didesain pada tahun 1939-1942 dengan komponen dasar berupa tabung vakum (*vacuum tubes*), penggunaan angka biner, kapasitor sebagai memori, dan *punched card*.



Gambar 6 Atanasoff-Berry Computer

Sumber: <https://www.britannica.com/technology/Atanasoff-Berry-Computer>, [11]

Secara umum, komputer generasi awal ditandai dengan penggunaan tabung vakum. Tabung vakum merupakan sebuah tabung yang terbuat dari kaca yang telah dikosongkan dari gas. Tabung vakum terdiri dari elektroda yang digunakan untuk mengontrol jumlah elektron yang mengalir pada tabung tersebut, [12]. Fungsi dari tabung vakum mirip dengan fungsi dari transistor pada komputer modern, yaitu sebagai sakelar (*switch*) atau *amplifier*.



Gambar 7 Vacuum Tube

Sumber: <https://am7s.com/first-generation-of-computer/>, [12]

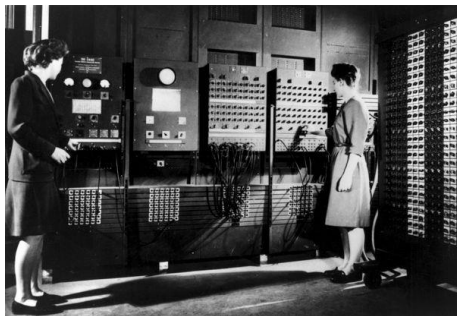
Perkembangan komputer dilanjutkan dengan diciptakannya Harvard Mark I yang diciptakan oleh Howard Aiken. Jika dibandingkan dengan Atanasoff-Berry Computer, selain menggunakan vacuum tube, Mark I juga menggunakan relay elektromagnetik sehingga disebut komputer elektromekanikal. Karena adanya penggunaan tabung vakum dalam jumlah besar, komputer ini berukuran sangat besar.



Gambar 8 Harvard Mark I

Sumber: <https://www.britannica.com/technology/Harvard-Mark-I>, [13]

Jika komputer-komputer sebelumnya merupakan sebuah alat yang dibuat dengan tujuan spesifik, pada tahun 1946, dibuat sebuah komputer digital yang dapat diprogram dengan fungsi yang beragam oleh J. Presper Eckert, Jr. dan John Mauchly dengan nama ENIAC, [14]. ENIAC merupakan sebuah akronim dari Electronic Numerical Integrator and Computer. ENIAC dapat diprogram untuk memecahkan berbagai macam masalah. Namun demikian, untuk memprogram ENIAC untuk memecahkan masalah yang lain, ENIAC perlu diprogram ulang dengan menyambungkan kabel-kabel dari satu port ke port yang lain. Selain itu, ENIAC berukuran sangat besar dan terdiri dari komponen dengan jumlah yang banyak (18.000 tabung vakum, 70.000 resistor, 10.000 kapasitor, 6.000 sakelar, dan 1.500 relay). Dengan komponen sebanyak itu, ENIAC mendisipasikan panas sebesar 150kW, [14].

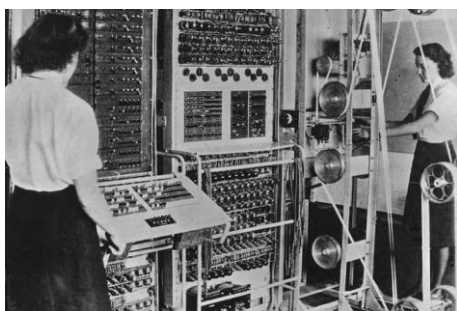


Gambar 9 Electronic Numerical Integrator and Computer

Sumber: <https://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/78>, [14]

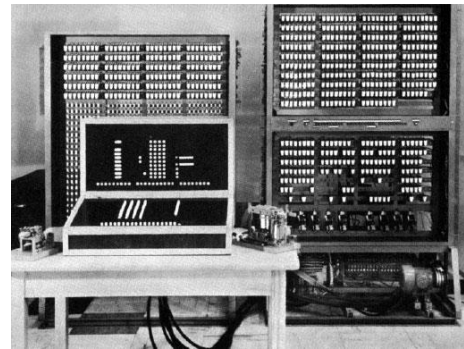
Selain itu, terdapat komputer generasi awal lainnya yang bernama Collosus dan Zuse Z3. Collosus merupakan komputer buatan Inggris yang digunakan pada tahun 1943 saat perang dunia kedua.

Zuse Z3, diciptakan oleh Konrad Zuse pada tahun 1930. Zuse juga menciptakan sebuah bahasa pemrograman yang disebut dengan Plankalkül (Plan Calculus). Collosus dan Zuse Z3 sama-sama bekerja menggunakan konsep biner (*binary*).



Gambar 10 Collosus

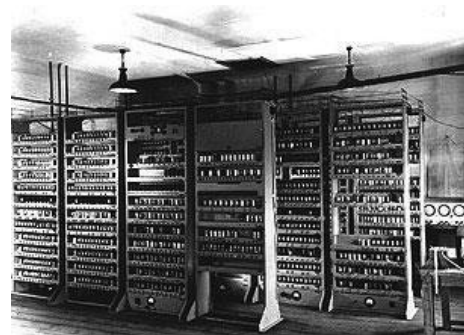
Sumber: <https://www.britannica.com/technology/Colossus-computer>, [15]



Gambar 11 Zuse Z3

Sumber: <https://history-computer.com/ModernComputer/Relays/Zuse.html>, [17]

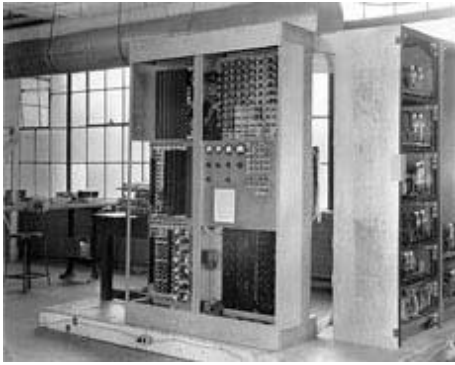
Komputer generasi selanjutnya adalah komputer yang dibuat pada tahun 1949 dengan nama EDSAC. EDSAC merupakan akronim dari Electronic Delay Storage Automatic Calculator. EDSAC merupakan komputer yang dibuat di University of Cambridge. Keistimewaan dari EDSAC adalah ia merupakan komputer pertama yang dapat menjalankan gim komputer dengan grafik, gim tersebut merupakan gim dengan nama "OXO", [18].



Gambar 12 Electronic Delay Storage Automatic Calculator

Sumber: <https://www.computerhope.com/jargon/e/edsac.htm>, [18]

Electronic Discrete Variable Automatic Computer atau yang dikenal dengan EDVAC. EDVAC merupakan perkembangan dari ENIAC oleh insinyur yang sama. EDVAC diciptakan pada tahun 1951. Komputer ini merupakan komputer dengan kapasitas memori yang lebih besar daripada komputer lain pada zamannya.

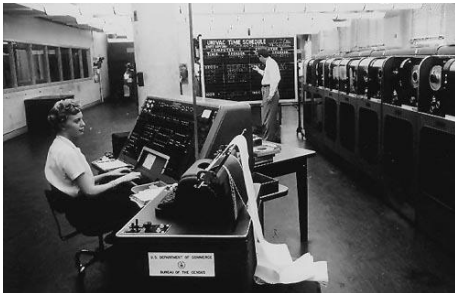


Gambar 13 Electronic Discrete Variable Automatic Computer

Sumber: <https://www.thocp.net/hardware/edvac.htm>, [19]

6. GENERASI PERTAMA

Perkembangan komputer digital diawali dengan diciptakannya UNIVAC (Universal Automatic Computer) pada tahun 1951. UNIVAC didesain oleh insinyur yang mengembangkan ENIAC dan EDVAC, yaitu John Mauchly. Keistimewaan dari komputer ini adalah kemampuannya untuk dapat melakukan proses pada angka dan alfabet dengan kemampuan yang baik. UNIVAC digunakan untuk melakukan sensus di Amerika Serikat pada zamannya.



Gambar 14 Universal Automatic Computer

Sumber: <https://www.thocp.net/hardware/univac.htm>, [20]

Pada tahun 1952, Thomas J. Watson, yang merupakan presiden dari IBM membuat sebuah komputer yang bernama IBM 701, [21]. Komputer ini merupakan komputer *scientific* pertama yang dipasarkan secara komersil. Komputer ini juga dikenal dengan nama Defense Calculator dan Electronic Data Processing Machine.



Gambar 15 IBM 701

Sumber: <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/701.html>, [21]

Setelah IBM 701, pada tahun 1953, diciptakan sebuah komputer dengan nama IBM 650, atau yang dikenal dengan Magnetic Drum Calculator (MDC). Komputer ini merupakan komputer yang beroperasi dengan konsep desimal, tidak seperti komputer lainnya yang menggunakan konsep biner dan sama seperti komputer pada zamannya, komputer ini juga berbasis tabung vakum.



Gambar 16 IBM 650

Sumber: <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/650.html>, [22]

Generasi selanjutnya dari komputer, ditandai dengan penggunaan transistor sebagai basis dari komputer tersebut. UNIVAC II merupakan komputer yang sebagian berbasis transistor dan sisanya dengan tabung vakum, [24]. Komputer ini merupakan pengembangan dari UNIVAC I.



Gambar 17 UNIVAC II

Sumber: <https://images.nasa.gov/details-GRC-1955-C-39782.html>, [25]

7. GENERASI KEDUA

Komputer pada generasi kedua merupakan komputer yang ditandai dengan penggunaan transistor sebagai basis komputer tersebut. Perkembangan komputer itu ditandai dengan diciptakannya TRADIC (Transistorized Airborne Digital Computer). Pada zamannya, komputer ini dikenal sebagai super computer hal tersebut karena digunakannya transistor sebagai basis dari komputer tersebut. Penggunaan transistor menyebabkan kecepatan komputer yang lebih cepat, ukuran yang lebih kecil, dan dibutuhkan energi listrik yang lebih rendah jika dibandingkan dengan komputer yang berbasis tabung vakum.



Gambar 18 Transistorized Airborne Digital Computer

Sumber: <https://thisdayintechhistory.com/03/14/bell-labs-announces-tradic/>, [26]

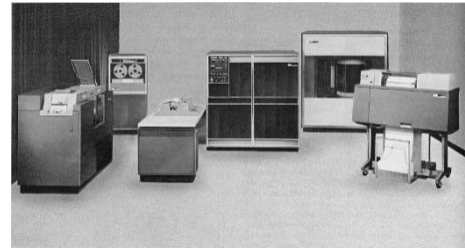
Selain TRADIC, IBM 7070 juga merupakan komputer yang menggunakan transistor sebagai basisnya. IBM 7070 diciptakan pada tahun 1958 dan merupakan komputer produksi IBM pertama yang berbasis transistor.



Gambar 19 IBM 7070

Sumber: <https://www.ithistory.org/db/hardware/ibm/ibm-7070-data-processing-system>, [27]

Pada tahun 1959, IBM meluncurkan komputer IBM 1401. Komputer ini berbasis desimal dan merupakan komputer yang digunakan sebagai kalkulator dan mesin akuntansi. Komputer ini merupakan komputer pertama dengan harga yang lebih rendah dari komputer lain pada zamannya.



Gambar 20 IBM 1401

Sumber: <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/1401.html>, [28]

Pada generasi ini, juga diciptakan "supercomputer" pada zamannya. Komputer tersebut adalah CDC 6600 yang diciptakan pada 1964. Komputer tersebut mempunyai internal clock sebesar 100ns. Komputer ini merupakan salah satu komputer pertama yang menggunakan freon sebagai sistem pendingin.



Gambar 21 CDC 6600

Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CD_C_6600.jc.jpg, [30]

8. GENERASI KETIGA

Pada komputer generasi ketiga, digunakan teknologi baru yaitu Integrated Circuits. Integrated circuits (IC) merupakan sebuah chip kecil yang dapat berfungsi sebagai amplifier, osilator, timer, mikroprosesor, dan memori dari sebuah komputer, [31]. Penggunaan IC memungkinkan komputer untuk memiliki kecepatan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan penggunaan transistor. Salah satu komputer dari generasi kedua ini adalah IBM 360.

Pada tahun 1964, IBM menciptakan komputer dengan nama IBM 360. Komputer tersebut merupakan komputer dengan kemampuan tertinggi pada zamannya. Komputer tersebut menggunakan Operating System (OS)/360. IBM 360 digunakan untuk eksplorasi luar angkasa, astronomi teoritis, dan memprediksi cuaca, [32]



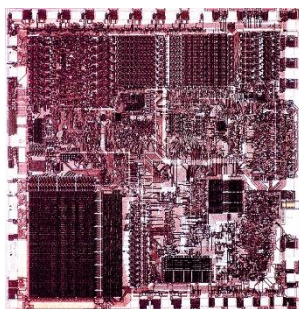
Gambar 22 IBM System 360

Sumber: <http://www.righ.to.com/2019/04/iconic-consoles-of-ibm-system360.html>, [33]

9. GENERASI KEEMPAT

Komputer generasi keempat berkembang pada tahun 1971-1980. Komputer generasi ini menggunakan teknologi yang dinamakan VLSI. VLSI merupakan akronim dari Very Large Integrated (VLSI) circuits technology, [34]. Dengan kata lain, komputer pada generasi ini mengintegrasikan komponen yang lebih kecil menjadi sebuah mikroprosesor. VLSI berisi hampir 5000 transistor sehingga mampu untuk mengeksekusi perintah komputasi dalam waktu singkat.

Salah satu sistem mikroprosesor pertama yang diciptakan adalah Intel 8088. Mikroprosesor tersebut diciptakan pada tahun 1979. Intel 8088 mempunyai 16 bit register, 16 bit internal bus width, dan 20 bit address bus, [35].

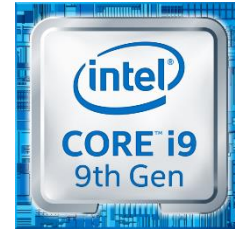


Gambar 23 Intel 8088

Sumber: <https://spectrum.ieee.org/tech-history/silicon-revolution/chip-hall-of-fame-intel-8088-microprocessor>, [34]

10. KOMPUTER DENGAN TEKNOLOGI TERBARU

Pesatnya perkembangan teknologi juga memacu perkembangan komputer. Saat ini, prosesor dengan kemampuan paling tinggi adalah Intel Core i9-9900KS. Prosesor tersebut mempunyai 8 core dengan frekuensi maksimumnya sebesar 5.00GHz.



Gambar 24 Intel Core i9

Sumber: <https://www.intel.co.id/content/www/id/id/products/processors/core/i9-processors.html>, [36]

Selain itu, terdapat istilah supercomputer. Supercomputer merupakan computer yang dirancang khusus untuk melakukan pekerjaan yang melebihi komputer pada umumnya (personal computer). Supercomputer banyak digunakan pada laboratorium riset dan untuk memprediksi cuaca, [37].

11. BAGIAN DARI KOMPUTER

Secara umum, elemen dari sebuah komputer dapat dibagi menjadi *hardware* dan *software*, [37]. Hardware atau perangkat keras merupakan alat yang digunakan untuk melakukan komputasi, perangkat tersebut meliputi *central processing unit*, *monitor*, *keyboard*, *mouse*, *printer*, dan *speaker*. Sedangkan, *software* atau perangkat lunak terdiri dari program yang memungkinkan pemecahan masalah oleh komputer terjadi.

Perangkat keras dari sebuah komputer dapat dibagi menjadi memori, CPU, dan perangkat input-output. Ketika pengguna komputer memberikan input kepada komputer dengan menggunakan alat input, data tersebut akan masuk ke dalam memori komputer lalu kemudian diproses oleh CPU. Setelah input tersebut dimanipulasi, komputer akan memberikan output dari perangkat output komputer tersebut.

Memori sebuah komputer terbagi menjadi dua buah jenis yaitu *main memory* dan *secondary storage*. Main memory menyimpan program, data, dan hasil dari manipulasi, [37]. Terdapat dua jenis dari main memory, yaitu RAM (*Random Access Memory*) dan ROM (*Read-only Memory*). RAM akan menyimpan data ketika program komputer sedang berjalan dan data tersebut akan hilang ketika komputer dimatikan. ROM menyimpan data yang akan tetap ada walaupun komputer dimatikan. *Secondary storage* merupakan memori tambahan pada sebuah komputer yang meliputi DVD, *flashdrive*, serta *hard disk*.

Central Processing Unit atau CPU merupakan bagian inti dari sebuah komputer yang melakukan manipulasi terhadap data. CPU mempunyai dua buah fungsi utama, yaitu untuk melakukan koordinasi terhadap semua operasi yang terjadi

pada komputer dan melakukan operasi aritmatik dan logika terhadap data.

Untuk berkomunikasi dengan komputer, digunakan perangkat keras yang berfungsi untuk memberikan input dan output. Sebagai contoh, perangkat input dari sebuah komputer adalah *mouse* dan *keyboard*. Perangkat tersebut berfungsi untuk memberikan input dari pengguna kepada komputer. Sedangkan perangkat output berfungsi untuk memberikan keluaran dari hasil manipulasi komputer sehingga dapat dimengerti oleh pengguna. Contoh dari perangkat output adalah *printer* dan *speaker*.

Perangkat lunak dari sebuah komputer dapat dibagi menjadi *Operating System*, Software Aplikasi, dan bahasa pemrograman. Operating system merupakan kumpulan dari program komputer yang mengontrol interaksi antara pengguna dengan perangkat keras dari komputer, [37]. Selain itu, OS juga bertugas untuk mengatur alokasi memori, mengakses data dari penyimpanan sekunder, dan menulis data pada penyimpanan sekunder tersebut.

Perangkat lunak dari komputer yang memungkinkan komputer untuk menyelesaikan permasalahan yang spesifik disebut dengan software aplikasi (*application software*). Contoh software aplikasi adalah software pengolah kata Microsoft Word dan gim.

Bahasa pemrograman merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk memberi instruksi kepada sebuah komputer untuk mengeksekusinya, [37]. Bahasa pemrograman dibagi menjadi tiga buah hirarki yaitu *high level language*, *assembly language*, dan *machine language*. Bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) merupakan bahasa yang kerap digunakan oleh *software developer* untuk merancang sebuah program, sebagai contoh adalah Bahasa C, C++, dan Pascal. Bahasa assembly merupakan bahasa yang menyatakan operasi komputer dalam kode mnemonic. *Machine language* merupakan bahasa dengan tingkatan paling rendah dari sebuah komputer. Bahasa tersebut berisi kumpulan dari kode biner (*binary*).

12. BAHASA PEMROGRAMAN C

Bahasa C merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) yang diciptakan oleh Dennis Ritchie pada tahun 1972. Bahasa C pada awalnya dirancang untuk digunakan dalam operating system UNIX. Perancangan C didasari untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh bahasa pemrograman pendahulunya yaitu, B dan BCPL.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://kbbi.web.id/komputer>, 17 Januari 2020, 17:17.
- [2] <https://www.computerhope.com/jargon/a/a-bacus.htm>, 17 Januari 2020, 17:27.
- [3] <https://history-computer.com/CalculatingTools/abacus.html>, 17 Januari 2020, 17:27.
- [4] <https://www.britannica.com/technology/Pascaline>, 17 Januari 2020, 20:57.
- [5] <https://www.barcodesinc.com/articles/early-computing-and-the-abacus.htm>, 17 Januari 2020, 19:21.
- [6] <https://www.livescience.com/20718-computer-history.html>, 17 Januari 2020, 17:27.
- [7] <https://www.britannica.com/technology/Difference-Engine>, 17 Januari 2020, 21:12.
- [8] <https://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=121206408>, 17 Januari 2020, 21:12.
- [9] <https://www.thoughtco.com/computer-punch-cards-4074957>, 17 Januari 2020, 21:45.
- [10] <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/1890tabulator.html>, 17 Januari 2020, 21:45.
- [11] <https://www.britannica.com/technology/Atanasoff-Berry-Computer>, 17 Januari 2020, 21:59.
- [12] <https://www.computerhope.com/jargon/v/v-acuumtu.htm>, 17 Januari 2020, 22:21.
- [13] <https://www.britannica.com/technology/Harvard-Mark-I>, 17 Januari 2020, 22:41.
- [14] <https://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/78>, 17 Januari 2020, 23:00.
- [15] <https://www.britannica.com/technology/Collins-computer>, 18 Januari 2020, 10:34.
- [16] <https://www.britannica.com/technology/Zuse-computer>, 18 Januari 2020, 10:34.
- [17] <https://history-computer.com/ModernComputer/Relays/Zuse.html>, 18 Januari 2020, 10:37.
- [18] <https://www.computerhope.com/jargon/e/e-dsac.htm>, 18 Januari 2020, 10:52.
- [19] <https://www.thocp.net/hardware/edvac.htm>, 18 Januari 2020, 11:04.
- [20] <https://www.thocp.net/hardware/univac.htm>, 18 Januari 2020, 11:19.

- [21] https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/701/701_intro.html, 18 Januari 2020, 11:26.
- [22] <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/701.html>, 18 Januari 2020, 11:27.
- [23] <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/650.html>, 18 Januari 2020, 11:33.
- [24] <https://www.ithistory.org/db/hardware/sperry-rand/univac-ii-0>, 18 Januari 2020, 11:35.
- [25] <https://images.nasa.gov/details-GRC-1955-C-39782.html>, 18 Januari 2020, 11:39.
- [26] <https://www.rfcafe.com/references/popular-electronics/tradic-super-computer-popular-electronics-june-1955.htm>, 18 Januari 2020, 11:57.
- [27] <https://www.ithistory.org/db/hardware/ibm/ibm-7070-data-processing-system>, 18 Januari 2020, 11:59.
- [28] <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/1401.html>, 18 Januari 2020, 12:10.
- [29] <https://www2.cisl.ucar.edu/supercomputer/cdc6600>, 18 Januari 2020, 12:11.
- [30] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CDC_6600.jc.jpg, 18 Januari 2020, 12:13.
- [31] https://techterms.com/definition/integrated_circuit, 19 Januari 2020, 11:51.
- [32] <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/36091.html>, 19 Januari 2020, 11:59.
- [33] <http://www.righto.com/2019/04/iconic-consoles-of-ibm-system360.html>, 19 Januari 2020, 12:02.
- [34] <https://www.toppr.com/guides/computer-aptitude-and-knowledge/basics-of-computers/generations-of-computers/>, 19 Januari 2020, 12:21.
- [35] <http://www.cpu-world.com/CPUs/8088/index.html>, 19 Januari 2020, 12:29.
- [36] <https://www.intel.co.id/content/www/id/id/products/processors/core/i9-processors.html>, 19 Januari 2020, 15:27.
- [37] Jeri R. Hanly dan Elliot B. Koffman, *Problem Solving and Program Design in C*, Pearson, England, 2016
- [38] <https://www.javatpoint.com/history-of-c-language>, 19 Januari 2020, 16:29.