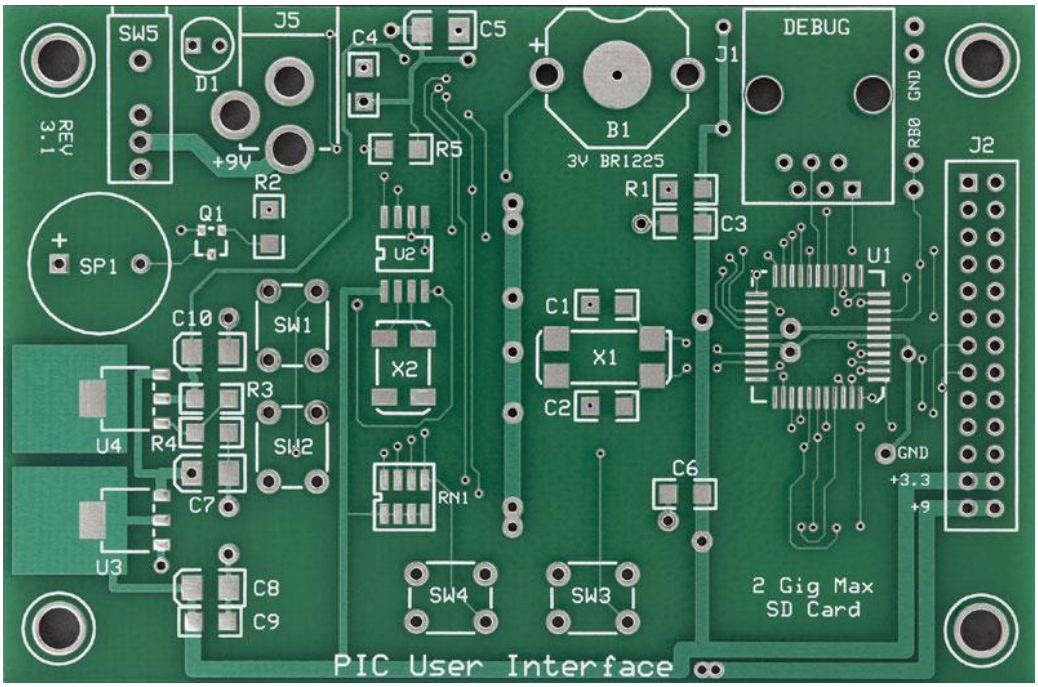
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian PCB (*Printed Circuit Board*)

Dalam kehidupan ini tidak terlepas dari penggunaan barang elektronik seperti televisi, *handphone*, komputer, radio dan peralatan elektronik lainnya. Didalam peralatan tersebut terdapat banyak komponen-komponen elektronika yang membentuk satu rangkaian sehingga menjadi sistem yang dibuat untuk tujuan tertentu. Komponen-komponen tersebut biasanya disusun dan dipasang pada papan rangkaian yang disebut PCB (*Printed Circuit Board*).

Printed Circuit Board disingkat PCB adalah sebuah papan komponen-komponen elektronika yang tersusun membentuk rangkaian elektronik atau tempat rangkaian yang menghubungkan komponen elektronik yang satu dengan lainnya tanpa menngunakan kabel. Disebut papan sirkuit karena diproduksi secara massal dengan cara mencetak.



Gambar 2. 1 Bentuk fisik PCB

Ada tiga tipe PCB yang sering digunakan yaitu *single side, double side* dan multi layer. *Single side* artinya papan PCB tersebut hanya mempunyai satu sisi dilapisi oleh lempeng tembaga. *Double side* artinya papan PCB tersebut mempunyai dua sisi yang dilapisi oleh lempeng tembaga dan lapisan fiber-nya ada diantara dua lapisan tembaga tersebut, sehingga dapat membuat jalur di layer atas maupun layer bawah. Multi layer terdiri dari beberapa lapis tembaga yang bersifat konduktor yang disusun secara bergantian.

2.2 Sejarah PCB

Pengembangan metode papan sirkuit tercetak modern dimulai pada awal abad ke-20. Penemu rangkaian tercetak adalah insisyur Austria Paulus Eisler yang ketika bekerja di Inggris membuat satu sekitar tahun 1936 sebagai dari satu set radio. Sekitar 1943 Amerika Serikat mulai menggunakan teknologi dalam skala besar untuk membuat sekering kedekatan untuk digunakan dalam Perang dunia II.

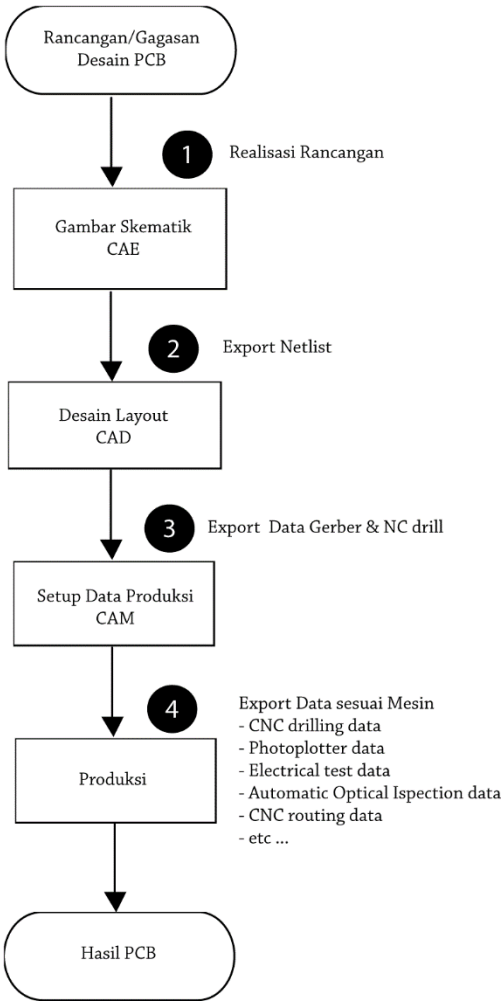
Setelah perang, pada tahun 1948, Amerika Serikat merilis penemuan untuk penggunaan komersial. Sirkuit cetak tidak menjadi biasa dalam elektronik konsumen sampai pertengahan 1950-an, setelah proses *Auto-Sembly* dikembangakan oleh Angkatan Darat Amerika Serikat.

Sebelum sirkuit tercetak, kontruksi *point-to-point* digunakan. Untuk *prototype*, atau menjalankan produksi kecil, bungkus kawat atau papan menara dapat lebih efisien. Mendahului penemuan sirkuit cetak, adalah 1936-1947 *John Sargrove's Electronic circuit* membuat peralatan yang disemprotkan logan ke sebuah papan *plastic bakatile.*

2.3 Proses Pembuatan PCB

Pada pembuatan PCB akan ada beberapa tahapan yang kemudian akan berakhir pada desain pabrikan yang menjadi produk. Setiap tahapan tersebut membutuhkan perangkat lunak

tertentu. Diantaranya adalah CAE (*Computer Aided Engineering*), CAD (*Computer Aided Design*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*).



Gambar 2. 2 Flow dari desain PCB

(a) CAE (*Computer Aided Engineering*)

CAE atau *Computer Aided Engineering* merupakan teknologi perhitungan karakteristik dari suatu produk atau bagian dari satu produk dengan bantuan komputer. Dalam perancangan suatu produk diperlukan juga untuk mengetahi karakteristik dari produk yang dirancang tersebut baik secara mekanika-statis, dinamis, maupun thermal dan karakteristik lainnya yaitu dengan cara menganalisa produk rancangan tersebut.

Langkah awal dalam tahap pembuatan desain PCB adalah membuat rangkaian skematik dari PCB. Yang kemudian dalam prosesnya akan dilakukan penggambaran rangkaian, penempatan simbol-simbol elektronik dan menghubungkan antar terminal simbol yang bersangkutan. Tentu saja proses ini akan dibutuhkan skema dan bentuk *footprint* komponen yang disimpan dalam bentuk file perpustakaan.

(b) CAM (*Computer Aided Manufacturing*)

CAM merupakan teknologi perencanaan, pengaturan dan pengontrolan pembuatan produk dengan bantuan komputer. Sistem CAM mencakup bidang-bisang keahlian seperti CAPP (*Computer Aided Process Planning* atau persiapan pekerjaan yang dibantu dengan komputer), pemograman NC (*Numeric Control*) dan pemograman robot, pembuatan intruksi pekerjaan, perencanaan material dan penyediaan perkakas potong dan alat-alat penjepit, serta mencakup juga FMS (sistem komputer untuk pengontrolan sistem produksi yang fleksibel).

Salah satu bagian yang paling berkembang dari CAM adalah NC. Ini adalah teknik menggunakan intruksi-intruksi yang terprogram untuk mengontrol sebuah peralatan mesin yang menggerinda, memotong, melakukan proses *milling*, menekuk, melubangi atau mengubah bahan mentah menjadi barang jadi. Sejumlah intruksi NC berdasarkan data geometris dari basis data CAD, ditambah informasi tambahan dari operator.

(c) CAD (*Computer Aided Design*)

Computer Aided Design atau bias disingkat CAD adalah suatu perangkat lunak program computer yang digunakan untuk menggambar suatu produk atau bagian suatu produk berupa 2D.

Fungsi ini adalah untuk mengubah rangkaian elektronika yang telah dibuat pada CAE ke bentuk fisik komponen dan jalur PCB. Tahap ini adalah tahap lanjutan dari netlist dan daftar

komponen sehingga tahap ini merupakan proses mendesain *layout* PCB. Yang nantinya akan dilakukan seperti membuat atau menghubunga jalur jalur yang berkaitan, membuat pengaturan ukuran *layout*, penempatan komponen, dan aktifitas desain lainnya. Pengecekan desain tersebut juga merupakan sebuah perangkat yang sudah disediakan masing masing perangkat lunak yaitu DRC tool.

2.4 Cadence Design System



Gambar 2. 3 Logo Cadence Design System

Cadence Design System, Inc adalah sebuah America Multinational Electronic Design Automation (EDA) perangkat lunak dan Engineering Service Company, didirikan pada tahun 1988 dengan gabungan dari SDA System dan ECAD, Inc. Perusahaan yang menghasilkan *software, hardware* dan struktur silikon untuk mendesain rangkaian integrasi, rangkaian dalam *chip* (SoCs) dan *Printed Circuit Boards.*

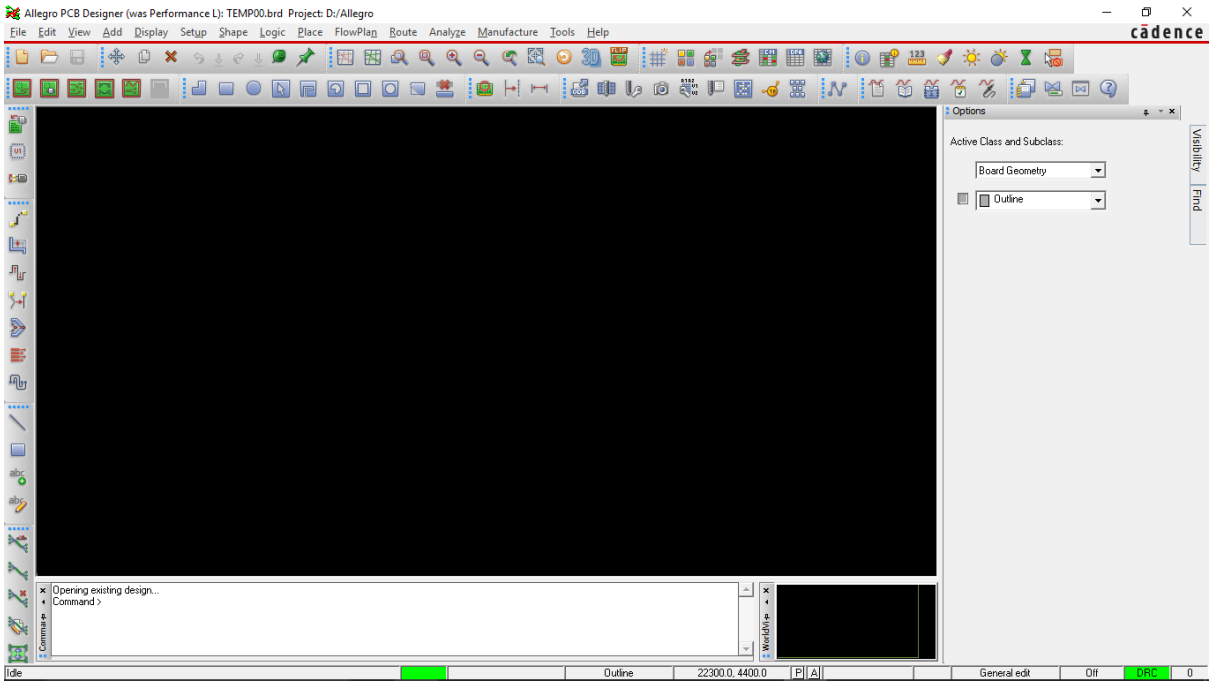
Produk dari Cadence Design System diantaranya:

- Virtuoso Platform: Perangkat untuk mendesain *full-custom* rangkaian terintegrasi, termasuk masukan skematik, *behavioral modeling* (Verilog-AMS), simulasi rangkaian, *custom layout*, dan lain sebagainya.
- RTL to GDS II Implementation and Signoff: Genus Synthesis, Joules Power Analysis, Innovus Place & Route, Tempus Timing SIgnoff, Voltus Power Integrity Signoff,

Modus Automatic Test Pattern Generation.

- Verificayion Platform terdiri dari Jaspergold Formal Verivication, Incisive Simuastion, Palladium Z1 Emulation, Protium FPGA Prototyping.
- Desain IP – Cadence menyediakan desain IP dengan target area termasuk memori (DRAM), termasuk DDR1, DDR2, DDR3, DDR4, LDDR2, LDDR3, LPDDR4 dan wide I/O, NVM Express dan NAND Flash controller dan PHY, dan high-performance interface protocols sebgai PCI Express Gen3 dan 4, 40/100G Ethernet, USB 2 dan USB 3.
- Tensilica DSP processor untuk audio, vision, modem *wireless* dan *convolutional neural nets.*
- Verification IP (VIP) – Cadence memberikan sebuat set komersial VIP tersedia dengan lebih dari 30 protokol dalam VIP Portofolio. Termasuk AMBA< PCI Express, USB, SATA, OCP, SAS, MIPI dan banyak lainnya.
- Integration Optimized (Desain IP) – Cadence menawarkan IP terintegrasi secara vertikal, inklusif dari Digital Controller, Serder Layer, dan Device Driver. Protokol didukung USB, DDR, PCI-Express, 10G-40G Ethernet, dan ON Chip Bus Fabric
- Allegro Platform – Perangkat untuk *co-design* dari rangkaian terintegrasi, *packages*, dan PCB.
- OrCAD/PSpice – Perangkat untuk tim desain terkecil dan individu desainer PCB.
- Sigrity technologies – Perangkat untuk sinyal dan verifikasi power untuk sistem-level signoff verifikasi dan pemenuhan *interface.*

2.5 Cadence products: Allegro PCB Designer



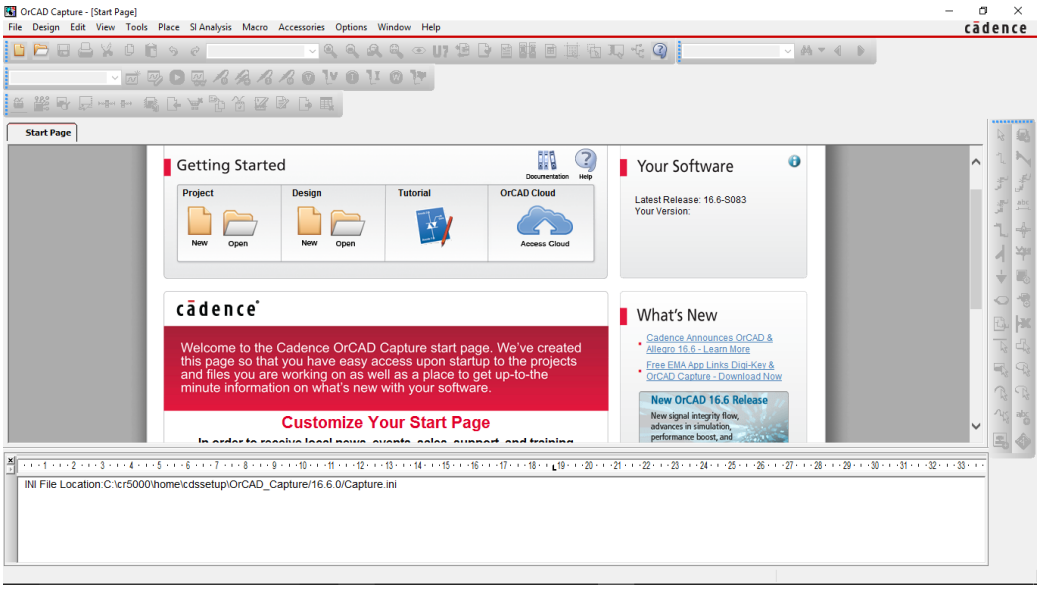
Gambar 2. 4 Tampilan Allegro PCB Designer

Dalam pembuatan desain PCB atau proses CAD (*Computer Aided Design*) semestinya diperlukan perangkat lunak untuk memenuhi proses desain. Salah satu dari perangkat lunak untuk mendesain PCB adalah perangkat lunak Allegro yang merupakan fitur dari Cadence.

Allegro 16.6 rilis pada tahun 2015, meneruskan versi sebelumnya yaitu 16.5. versi ini terus memberikan perbaikan-perbaikan dan pembaruan produk untuk membantu desainer PCB mencapai efesiensi dan produktivitas maksimum sekaligus menjaga biaya kepemilikan yang rendah.

Perangkat lunak yang merupakan produk Cadence Design System, Inc ini bisa terhubung dengan beberapa perangkat lunak lainnya yang merupakan proses sebelum proses pendesainan. Seperti meranggambar rangkaian, data material komponen, membuat komponen baru jika diperlukan, dan termasuk pula bisa melakukan proses netlist.

2.6 Cadence Product: OrCAD



Gambar 2. 5 Memulai membuat skematik dengan OrCAD

OrCAD singkatan dari Oregon dan CAD adalah perangkat lunak simulasi untuk otomasi perancangan rangkaian elektronika yang sekarang menjadi milik poerusahaan Cadence Design System. OrCAD ini banyak dipakai oleh para ahli teknik untuk membuat rangkaian elektronika (termasuk komponen pasif, IC, komponen analog maupun digital) pada papan rangkaian tercetak (*Printed Circuit Board*, PCB). Sebelum dicetak pada PCB, diagram rangkaiannya dicek dahulu keakuratannya melalui proses simulasi.

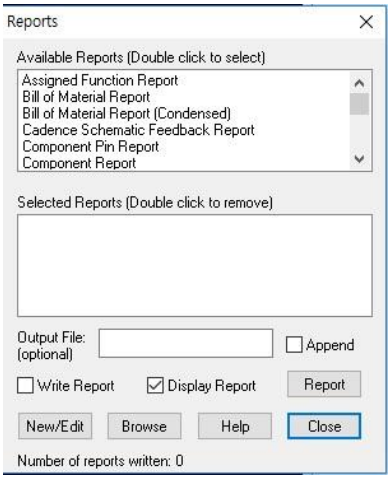
2.7 Design Rules Check (DRC)

DRC (*Design Rules Check*) adalah perintah atau perangkat yang digunakan untuk mengetahui penyimpangan-penyimpangan aturan yang terjadi pada desain sehingga akan terjadi *error* dalam desain. Penyimpangan tersebut berupa batasan-batasan spasi jarak minimum, jarak fisik komponen dengan jalur atau lantasan atau komponen lain sesuai aturan yang berlaku.

Dalam perangkat lunak Allegro terdapat fitur bagian Allegro Rules Developer and

Checker dimana memungkinkan untuk mengembangkan fabrikasi tampilan perakitan aturan dan memperluas kemampuan yang diberikan oleh Allegro PCB Designer Manufacturing Option berupa DRC *tools*.

Allegro ini memiliki *tools* "Reports" yang berguna untuk mengetahui laporan dan informasi berupa referensi komponen simbol, panjang jalur, Bill of Material (yaitu untuk mengetahui data komponen *footprint* dan nilai), DRC dan informasi pengecekan fitur lainnya.



Gambar 2. 6 Tools Report

Satu fitur yang harus dilakukan pendesain adalah pengecekan *error* atau penyimpangan desain dari aturan adalah dengan fitur DRC (*Design Rules Check*). Hal ini kerap semestinya tidak dilupakan dalam proses pendesainan agar terlihat informasi error dan penyebabnya. Dalam hal desain ini maka adanya panduan yang harus ditaati oleh setiap pendesain yang bisa disebut juga dengan *Design For Manufacturing* (DFM). Dan biasanya sebelum pendesain melakukan proses desain DFM ini aturan yang tidak boleh terlupkan.

Tabel 2. 1 Tabel DFM

Design For Manufacturibility

Keterangan	Ukuran	Satuan
Sistem Satuan Unit	-	Metric
Minimum Jalur	> 0.254	mm
Antar Jalur	> 0.254	mm
Jalur - Pad	> 0.254	mm
Pad - Pad	> 0.254	mm
Polygon - Jalur - Polygon *(Polygon Clearance)*	> 0.50	mm
Board - Board	1.00	mm
Pad ke Ujung Board	3.00	mm
Jalur ke Ujung Board	3.00	mm
Minimum, Plated Hole Size	0.30	mm
Minimum Annular Ring	> 0.254	mm
Minimum Pad	0.80	mm
Lubang Mata Bor yang tersedia	0.4 - 0.5 0.6 - 0.7 - 0.8 0.9 - 1.0 - 1.1 1.2 - 1.3 - 1.4 1.5 - 1.6 - 1.7 1.8 - 1.9 - 2.0 2.1 - 2.2 - 2.3 2.4 - 2.5 - 2.6 2.7 - 2.8 - 2.9 3.0 - 3.175 3.3 - 3.4 - 3.5 3.6 - 3.7 - 3.8 3.9 - 4.0 - 4.1 4.2 - 4.5 - 5.0	mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm
Minimum Board	75	cm^2
Maximum Board Single Double Side / Multilayers Minimum Order Dokumen yang dapat diproses	 28 x 38 18 x 28 1 Altium Designer v6.5 OrCad 10.0 OrCad 16.0 Eagle 5.7.0 DipTrace v1.4 KiCAD 2010 Gerber RS274X	 cm cm Board pcbdoc max max brd brd
Format NC Drill	4 : 2 Trailing Blank Zero Sup- pression	Excellon Metric

Tabel DFM akan selalu diperbaharui dari waktu ke waktu yang disesuaikan dengan proses produksi. Perubahan ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas hasil dan pelayanan yang lebih baik, sehingga desain PCB pada CAD harus disesuaikan.

2.8 Kesalahan atau *error* dalam Desain PCB

Error atau kesalahan dalam desain PCB mempunyai banyak kategori, yaitu kategori kesalahan dalam spasi atau jarak yang melanggar peraturan yang kemudian disebut dalam kategori *spacing contraints error*, kedua adalah kesalahan fisik seperti minimun jalur yang telah di tentukan yang disebut sebagai *physical constraints error*, dan terakhir adalah net *spacing constraints* dimana *error* tersebut terjadi karena pin yang terhubung tidak dalam net yang sama.

Kesalahan atau error ini biasa terjadi dalam proses menggambar skematik, tahap pembuatan *layout* PCB, atau kesalahan setelah PCB selesai diproduksi. Bisa juga karena

pemasangan jalur, kesalahan penempatan komponen, kesalahan penggunaan *footprint*, dan lain-lain. Sehingga kesalahan tersebut bisa dikelompokkan menjadi *pre-processing error* dan *post-processing error*.

Pre-processing error adalah kesalahan yang terjadi pada saat layout PCB belum diproduksi. Kesalahan ini meliputi saat pembuatan skematik atau pada saat *routing layout* PCB. Setelah *pre-processing error*, yang kedua adalah *post-processing error* yaitu kesalahan setelah PCB selesai diproduksi.