

Mentor
Graphics

Disain Skematik, Layout dan Simulasi dengan Menggunakan Perangkat Lunak Mentor Graphics™

Oleh :

Eri Prasetyo Wibowo

Nurul Huda



Disain Skematik, Layout dan Simulasi dengan
Menggunakan Perangkat Lunak Mentor
GraphicsTM

Oleh :
Eri Prasetyo Wibowo
Nurul Huda

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan kemudahan sehingga kami dari tim pusat studi Mikroelektronika and Pengolahan Citra Universitas Gunadarma bisa menyelesaikan Buku kedua yang berjudul *Disain Skematik, Layout dan Simulasi dengan Menggunakan Perangkat Lunak Mentor GraphicsTM*.

Buku ini menjelaskan bagaimana perangkat lunak Mentor GraphicsTM dapat digunakan untuk mendesain dari rangkaian elektronika dalam bentuk CMOS, mencek adanya kesalahan disain maupun kesalahan tata letak pada susunan bahan di layout, melakukan simulasi baik dalam bentuk rangkaian elektronika maupun dalam bentuk layout hingga membuat menjadi bentuk layout yang siap dikirim ke pabrik pembuat CHIPS untuk dibuat dalam wujud CHIPS.

Untuk melakukan disain rangkaian elektronika, simulasi dan disain layout, kami menggunakan pustaka/library dari perangkat lunak pendamping yaitu, Perangkat lunak Design Kit. Design Kit adalah perangkat lunak yang berisi library tentang jenis bahan yang digunakan untuk layout tersebut, perangkat lunak design kit ini biasanya mengacu pada teknologi yang akan dipakai. Jenis perangkat lunak design kit yang ada diantaranya ADK, AMI, TSMC, AMS dan masih banyak lainnya. Dalam buku ini kami menggunakan AMS (Austria Micro Systems) design kit 3.70 dengan teknologi $0.35 \mu\text{m}$ yang diberi secara cuma - cuma (dengan agreement) dari pabrik pembuat CHIPS yaitu CMP-TIMA yang berada di kota Grenoble, Perancis.

Misi dari penerbitan buku ini adalah untuk digunakan mahasiswa, dosen dan pembaca yang tertarik pada peminatan elektronika devais dan buku ini juga dapat digunakan sebagai penuntun petunjuk kursus atau workshop mahasiswa. Target dengan membaca buku ini diharapkan pembaca akan dengan mudah memahami konsep kerja CMOS, dengan cepat dapat menggunakan perangkat lunak mentor graphicsTM untuk mendesain rangkaian elektronik, layout dan melakukan simulasi.

Akhirnya sekali lagi kami mengucapkan terima kasih kepada Prof. Suryadi Harmanto, selaku Purek II yang telah mendorong dan mendukung sehingga bisa diterbitkannya buku *Disain Skematik, Layout dan Simulasi dengan Menggunakan Perangkat Lunak Mentor GraphicsTM*.

Tiada gading yang tak retak, kami masih menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, saran dan kritik yang sangat membangun sangat kami harapkan.

Depok, Maret 2007

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Konsep Kerja CMOS	1
1.1.1 Struktur MOS	1
1.1.2 Mengapa Complementary	2
1.2 Proses Disain IC CMOS	3
1.3 Produksi	4
2 PERSIAPAN	7
2.1 Sistem Server Mentor Graphics	7
2.2 Lokasi Kerja	8
3 PEMBUATAN PROJECT	11
3.1 Perintah Pembuatan Project	11
3.2 Pesan Awal IC Studio	12
3.3 Bentuk Tampilan IC Studio	14
3.4 Latihan	14
Bibliografi	19
Lampiran	19

DAFTAR GAMBAR

1.1	Struktur MOS	1
1.2	Susunan MOS pada teknologi AMS 0.35 μm [2]	2
1.3	Jaringan CMOS	2
1.4	Rangkaian inverter dari CMOS	3
1.5	Alur data untuk Proses disain IC CMOS	4
1.6	Rangkaian CMOS terintegrasi yang diproduksi dan dalam bentuk wafer silicon	5
1.7	Layout ADC pipeline yang siap dikirim untuk dibuat prototipe	6
2.1	Tombol Konsole	8
2.2	Perintah untuk Mengaktifkan Daemon Mentor Graphics	8
3.1	Konsole Sistem Desktop KDE	11
3.2	Perintah untuk Mengaktifkan IC Studio	12
3.3	Tampilan Komentar IC Studio	13
3.4	Pesan Peringatan	13
3.5	Pesan <i>Welcome</i>	14
3.6	Area Kerja IC Studio	15

DAFTAR TABEL

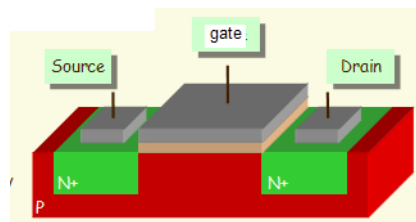
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Konsep Kerja CMOS

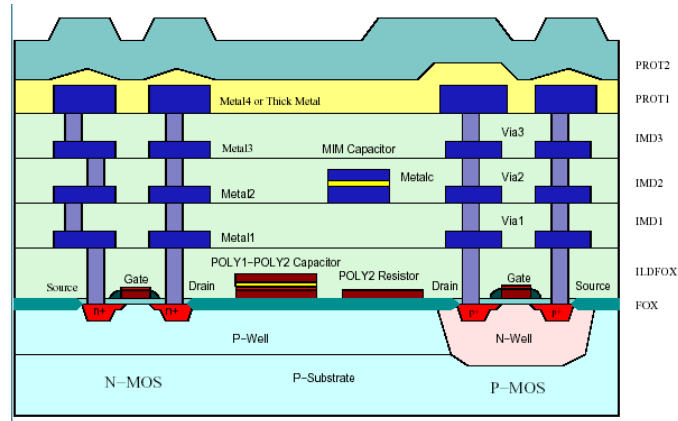
1.1.1 Struktur MOS

Awal tahun 1962 gate semikonduktor terbuat dari aluminium dimana dikenal dengan nama MOS (Metal Oxyde Semiconductor). Setiap MOS terdiri dari Source, Gate dan Drain. Struktur ini bisa dilihat pada gambar 1.1. Untuk MOS tipe-P, source akan terhubung dengan sumber tegangan positif atau Vcc dan drain akan terhubung dengan sumber tegangan 0 V atau ground. Sedangkan untuk MOS tipe-N, source akan terhubung dengan sumber tegangan 0 V dan drain terhubung dengan sumber tegangan positif atau Vcc. Gate berfungsi sebagai pengendali aliran tegangan atau dengan kata lain sebagai pengendali switch.



Gambar 1.1: Struktur MOS

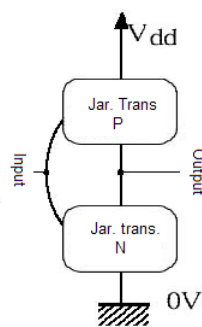
Untuk susunan MOS yang digunakan pada teknologi AMS 0.35 μm adalah tampak seperti pada gambar 1.2. Terlihat bahwa susunan MOS mempunyai 4 metal, yaitu metal 1, metal 2, metal 3 dan metal 4 dan 2 polysilicon (poly), yaitu poly 1 dan poly 2. Untuk menghubungkan antara poly-metal, metal-metal dan poly-poly digunakan via dan contact.



Gambar 1.2: Susunan MOS pada teknologi AMS 0.35 μm [2]

1.1.2 Mengapa Complementary

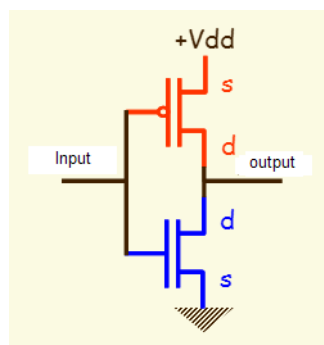
Logika kerja CMOS menggunakan kombinasi transistor tipe-P dan tipe-N dimana masing-masing transistor bekerja saling berlawanan. Jika transistor tipe-P dalam kondisi On atau 1 maka transistor tipe-N dalam kondisi Off atau 0 dan sebaliknya. Jadi bisa dikatakan bahwa CMOS adalah gabungan antara PMOS dan NMOS (CMOS = PMOS + NMOS). Kedua gabungan transistor tersebut masing-masing disebut sebagai jaringan P dan jaringan N, seperti tampak pada gambar 1.3.



Gambar 1.3: Jaringan CMOS

Untuk menjelaskan kerja jaringan transistor, kita akan mempergunakan rangkaian inverter, sebab rangkaian inverter terdiri dari dua transistor yaitu satu jenis P dan satu jenis N. Ini sama persis dengan kondisi jaringan yang tampak pada gambar 1.3. Setiap transistor bekerja seperti switch, dimana pola kerjanya akan berada dalam kondisi tertutup atau terbuka. Pada gam-

bar 1.4, jika input rangkaian diberi nilai 0, maka transistor tipe N dalam kondisi terbuka dan transistor tipe P dalam kondisi tertutup sehingga tegangan VDD akan melewati transistor tipe P tersebut sehingga nilai output adalah 1. Begitu juga sebaliknya jika input diberi nilai 1, maka transistor tipe P dalam kondisi terbuka dan transistor tipe N dalam kondisi tertutup sehingga tegangan dari ground akan lewat transistor tipe N, sehingga output rangkaian bernilai 0.

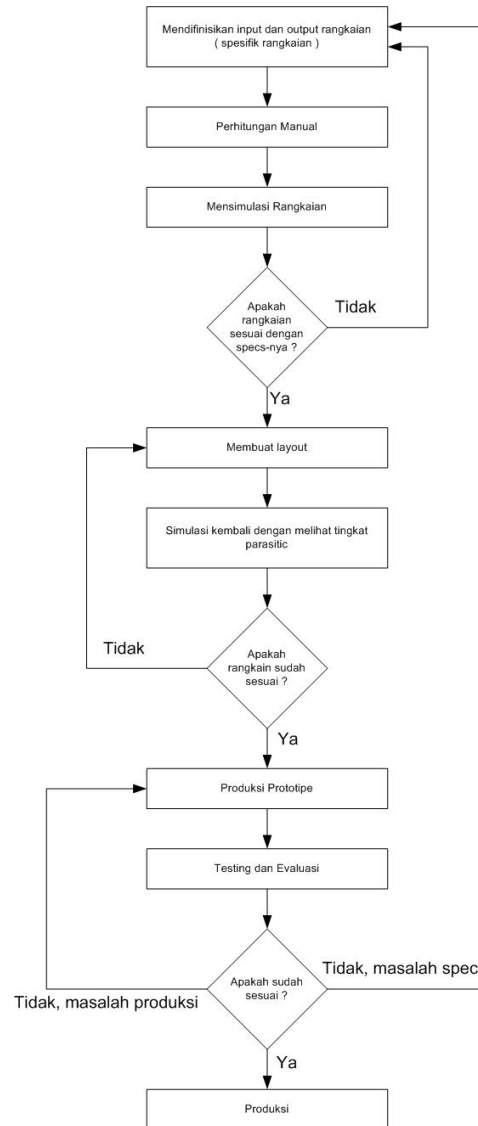


Gambar 1.4: Rangkaian inverter dari CMOS

1.2 Proses Disain IC CMOS

Dalam proses mendesain rangkaian CMOS ada beberapa urutan yang harus dilalui yaitu : mendefinisikan input dan output dalam rangkaian, perhitungan manual, mensimulasikan rangkaian, membuat rangkaian dalam bentuk layout, mensimulasi adanya parasitic, mengevaluasi kembali input/output rangkaian, mengirim untuk di produksi dan ditest. Alur diagram dari proses ini bisa dilihat pada gambar 1.5. Perincian rangkaian jarang ditetapkan secara baku, rangkaian dapat berubah sesuai kebutuhan. Kita dapat memilih antara biaya dan kemampuan CHiPs, perubahan terhadap nilai jual chips atau perubahan sesuai keinginan pelanggan. Hampir semua kasus, sebagian besar berubah setelah chips sampai taraf produksi dan itu tidak mungkin dirubah. Jadi dalam teknik disain chips banyak melibatkan parameter baik parameter teknik maupun parameter non teknis dan komersial.

Sebuah disain chips yang umum dikenal dengan ASIC (Application-Specific Integrated Circuit). Metode yang lain dari disain chips, diantaranya Field-Programmable-Gate Arrays (FPGAs) dan pustaka (libraries) standar cell telah digunakan untuk jumlah rangkaian yang terbatas dan disain yang cepat. Kebanyakan chips dibuat untuk produk masal, diantaranya microprocessor dan memori.

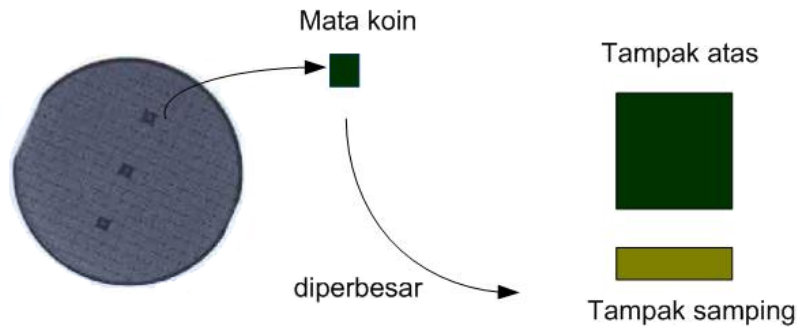


Gambar 1.5: Alur data untuk Proses disain IC CMOS

1.3 Produksi

Rangkaian CMOS yang terintegrasi diproduksi pada lingkaran thin film yang berpetak dari silicon yang dikenal dengan wafer (kue silicon). Setiap wafer berisi masing-masing individual chips atau koin, seperti terlihat pada gambar 1.6. Untuk produksi yang dimaksud setiap koin pada wafer biasanya mempunyai bentuk yang sama.

Untuk membuat disain rangkaian dan membuat layoutnya bisa meng-



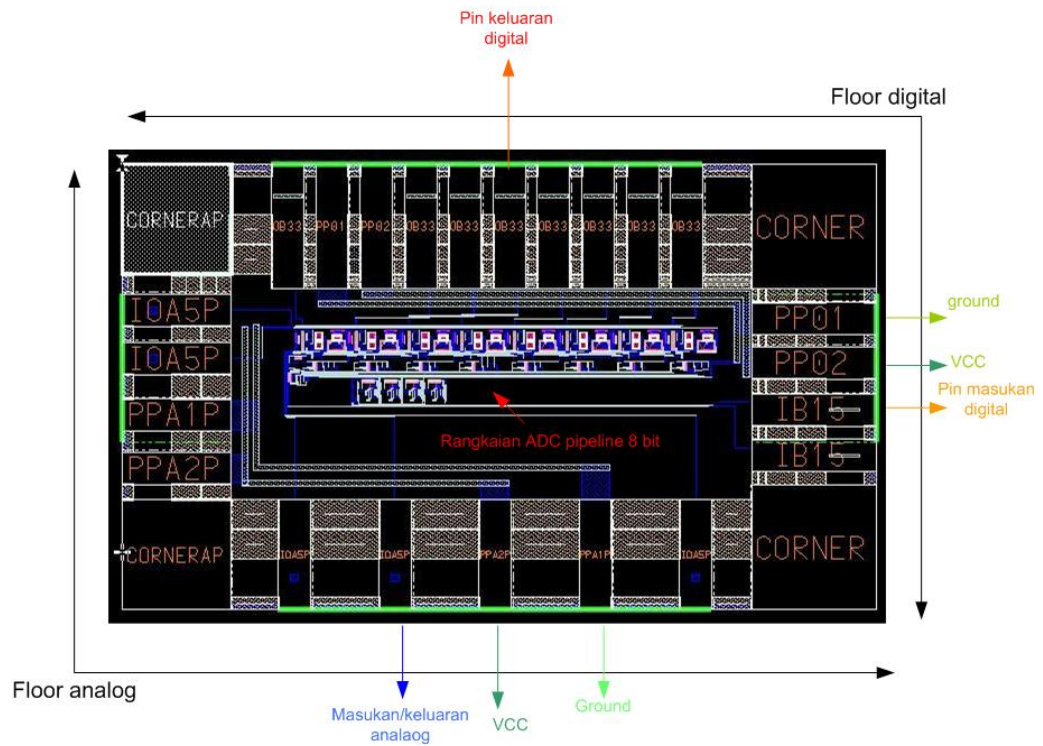
Gambar 1.6: Rangkaian CMOS terintegrasi yang diproduksi dan dalam bentuk wafer silikon

gunakan perangkat lunak desain layout yang ada saat ini. Dalam buku ini, menggunakan software Mentor GraphicsTM dengan teknologi bahan dari AMS (Austria Micro System) $0,35 \mu\text{m}$ yang berjalan di sistem operasi linux. Salah satu contoh bentuk prototipe layout yang siap dikirim untuk dibuat prototipe Chips dapat dilihat seperti tampak pada gambar 1.7. Adalah rangkaian ADC pipeline 8 bit, pada sisi atas dan sisi kanan merupakan floor digital, sedang sisi bawah dan sisi kiri digunakan untuk floor analog. Untuk setiap floor harus ditambahkan pin sumber tegangan, untuk floor analog ditambahkan pin VDDA (vcc) dan VSSA (ground), untuk floor digital ditambahkan pin VDD (vcc) dan VSS (ground). Kemudian keluaran/masukan juga harus diletakkan sesuai dengan fungsinya, misalnya OB33 adalah pin keluaran digital, IB15 merupakan pin masukan digital, untuk analog baik pin masukan maupun pin keluaran menggunakan pin yang sama yaitu IOA5P, tinggal mengatur arahnya sebagai masukan atau sebagai keluaran. Kemudian antar sisi floor dihubungkan dengan corner.

File hasil disain dari CAD layout, mempunyai jenis file yang beragam tergantung perangkat lunak apa yang dipakai, misal dalam Mentor GraphicsTM mempunyai format tertentu, kemudian kalau file tersebut akan dikirim ke pabrik pembuat IC, maka format file harus dirubah dalam format GDSII atau GDS saja. Jika file disain dalam format GDS maka bisa segera dikirim lewat internet ke pabrik pembuat IC.

Saat ini pabrik atau lab pembuat IC telah banyak berkembang, diantaranya MOSIS, yang berada di USA, TMC yang berada di Taiwan, TIMA berada di Perancis, NEC di Jepang, Samsung di Korea, MIMOS ada di Malaysia, dan masih banyak yang lainnya.

Dalam pembahasan di buku ini, akan ditunjukkan bagaimana cara men-



Gambar 1.7: Layout ADC pipeline yang siap dikirim untuk dibuat prototipe

desain skema rangkaian elektronik, melakukan simulasi dan membuat layout.

BAB 2

PERSIAPAN

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana cara mempersiapkan Mentor Graphics di dalam lingkungan sistem operasi linux. Penjelasan disini mengacu kepada produk Mentor Graphics IcFlow 2006 dan Linux SuSE 9.3. Jika anda belum melakukan instalasi perangkat lunak tersebut, pelajari buku **Petunjuk Instalasi Mentor Graphics (IcFlow) pada Sistem Operasi Linux**[7] yang menjadi panduan awal dari serangkaian seri buku Mentor Graphics.

Dalam penggunaan Mentor Graphics perlu diperhatikan beberapa hal seperti dijelaskan pada sub bab berikut.

2.1 Sistem Server Mentor Graphics

Sistem Server Mentor Graphics dipasang didalam suatu komputer server dan berbentuk *daemon*. Sistem Server Mentor Graphics dapat diakses oleh satu atau lebih pengguna, mekanisme ini sering disebut *multiuser*. Didalam sistem server ini terdapat fasilitas yang digunakan untuk mendeteksi dan menerapkan sistem server lisensi komponen Mentor Graphics. Server lisensi inilah yang akan mengatur hak akses pengguna, baik jumlahnya maupun jenis komponen yang akan digunakannya.

Untuk mengaktifkan Server Mentor Graphics perlu menjalankan perintah baris yang telah disiapkan oleh Mentor Graphics, yaitu **lmgrd** melalui prompt Konsol. Sintaksnya adalah :

```
lmgrd -c [lokasi file lisensi Mentor Graphics]
```

Contohnya :

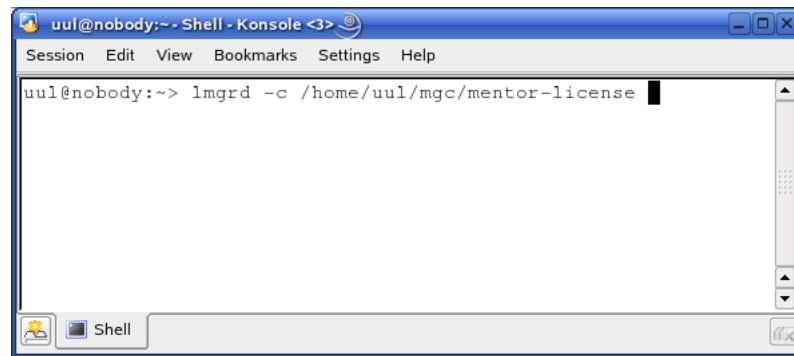
```
lmgrd -c /home/uul/mgc/mentor-license
```

Langkah demi langkah yang perlu dilakukan adalah mengaktifkan Konsole pada sistem Linux. Cukup dengan menekan tombol **Konsole** yang berbentuk gambar Monitor dan berada pada toolbar sisi bawah. Bentuk *icon* tampilannya terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1: Tombol Konsole

Ketika Konsole sudah aktif, perlu melakukan pengetikan perintah tersebut dari prompt yang tersedia, contohnya tampak pada gambar 2.2.



Gambar 2.2: Perintah untuk Mengaktifkan Daemon Mentor Graphics

Dari contoh tersebut diketahui bahwa user *uul* yang menggunakan host komputer *nobody* dapat melakukan proses pengaktifan daemon Server Mentor Graphics. Dalam kasus lain, di dalam lingkungan jaringan komputer, biasanya sistem Server Mentor Graphics telah disediakan dan diaktifkan oleh sistem administrator jaringan komputer sejak komputer pengguna dinyalakan, sehingga pengguna Mentor Graphics tidak perlu melakukan proses pengaktifan seperti yang diungkapkan disini.

2.2 Lokasi Kerja

Sebelum melakukan pembuatan disain IC, anda perlu menentukan direktori tempat menampung hasil pekerjaan pembuatan disain IC. Untuk itu perlu disiapkan dahulu direktori tersebut. Banyak cara tersedia yang siap digunakan untuk pembuatan direktori di dalam sistem operasi linux, diantara adalah perintah **ls**, **mkdir**, **cd** ataupun **pwd**. Jika anda belum memahami perintah-perintah tersebut, anda bisa mempelajarinya pada buku-buku linux, terutama pada bagian perintah dasar penanganan direktori dan file.

Sebagai contoh, jika anda ingin menempatkan file-file hasil disain bukan di dalam direktori *home user*, tetapi di dalam direktori khusus seperti direktori **data-mg**, dapat dilakukan perintah-perintah berikut:

```
cd /home/uul  
mkdir data-mg  
cd /home/uul/data-mg
```


BAB 3

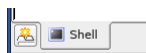
PEMBUATAN PROJECT

Mentor GraphicsTM menyediakan berbagai fasilitas untuk merancang IC. Baik dimulai dari perancangan rangkaian diskrit, perancangan layout, simulasi maupun analisisnya. Semua fasilitas tersebut dikemas dalam beberapa modul dan setiap modul dapat diproses melalui fasilitas **Design Manager**. Walaupun demikian, dalam buku ini akan dijelaskan langkah perancangan melalui **IC Studio** yang disediakan oleh modul Technology Austria Microsystems (AMS). Mengingat bahwa pembuatan disain yang dibuat dalam Mentor GraphicsTM harus menerapkan teknologi IC tertentu maka proses perancangan IC dilakukan melalui **IC Studio** yang diperoleh dari AMS agar dapat lebih mudah dalam penggunaannya.

3.1 Perintah Pembuatan Project

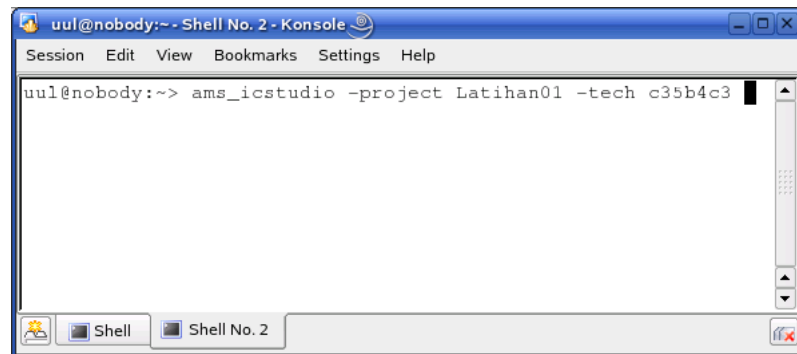
Dalam rangka membuat project, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengaktifkan **AMS IC Studio** dengan menerapkan teknologi yang akan digunakan dan memberikan nama project. Tahapan perintah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan hal ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengaktifan Konsole sesi baru. Hal ini dilakukan dengan menekan tombol Konsole pada toolbar di sisi bawah pada window Desktop KDE jika anda belum mengaktifkannya. Bentuk Konsole tampak pada gambar 3.1.



Gambar 3.1: Konsole Sistem Desktop KDE

2. Pembuatan nama project dan teknologi yang akan diterapkan. Sebagai contoh nama project adalah **Latihan01** dan teknologi yang digunakan adalah Teknologi IC dari AMS jenis **c35b4c3**. Teknologi ini akan dijadikan bahan utama untuk penjelasan-penjelasan selanjutnya.
3. Pelaksanaan perintah pembuatan project menggunakan IC Studio. Hal ini dapat dilakukan dengan mengetik perintah sebagai berikut :
`ams_ic_studio -project Latihan01 -tech c35b4c3`
Perintah `ams_ic_studio` merupakan file *binary* yang disediakan oleh AMS. Contohnya tampak seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2: Perintah untuk Mengaktifkan IC Studio

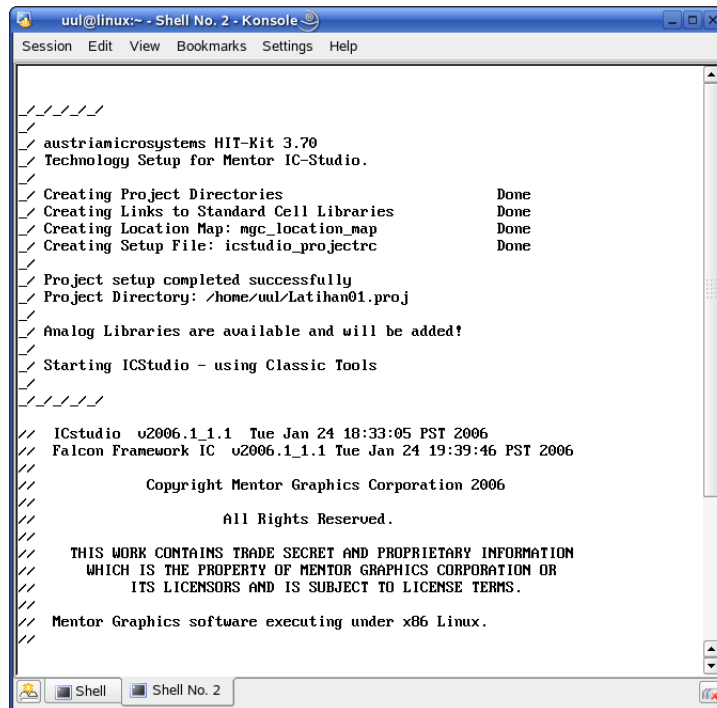
Pada gambar 3.2, ditampilkan prompt `uul@nobody` dari penggunanya. Prompt ini menunjukkan lokasi aktif direktori saat itu, yaitu `/home/uul` dengan nama *host* komputer yang digunakan adalah `nobody`.

3.2 Pesan Awal IC Studio

Pesan-pesan awal dari IC Studio akan tampil bilamana anda berhasil mengaktifkan IC Studio. Beberapa pesan yang tampil akan memberikan informasi penting bagi penggunanya. Dalam beberapa kasus, informasi yang tampil akan berbeda antara satu pengguna dengan pengguna lain. Hal ini biasanya diakibatkan dari berbedanya konfigurasi *user profile* pada sistem operasi dan pengaturan konfigurasi Mentor GraphicsTM yang lebih spesifik untuk pengguna tertentu.

Beberapa pesan yang dimungkinkan akan tampil sesaat setelah perintah untuk mengaktifkan IC Studio dilakukan, sebagai berikut :

1. Pesan komentar awal. Sebagai contoh, pesan jenis ini tampak seperti pada gambar 3.3.



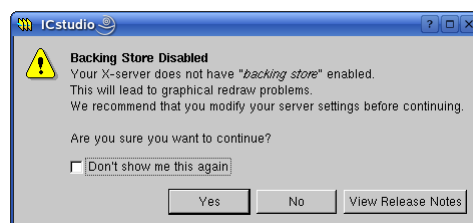
```
uul@linux:~ - Shell No. 2 - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help

// // // //
// austrianmicrosystems HIT-Kit 3.70
// Technology Setup for Mentor IC-Studio.
//
// Creating Project Directories Done
// Creating Links to Standard Cell Libraries Done
// Creating Location Map: mgc_location_map Done
// Creating Setup File: icstudio_projectrc Done
//
// Project setup completed successfully
// Project Directory: /home/uul/Latihan01.proj
// Analog Libraries are available and will be added!
// Starting ICStudio - using Classic Tools
// // // //
// ICStudio v2006.1.1.1 Tue Jan 24 18:33:05 PST 2006
// Falcon Framework IC v2006.1.1.1 Tue Jan 24 19:39:46 PST 2006
//
// Copyright Mentor Graphics Corporation 2006
//
// All Rights Reserved.
//
// THIS WORK CONTAINS TRADE SECRET AND PROPRIETARY INFORMATION
// WHICH IS THE PROPERTY OF MENTOR GRAPHICS CORPORATION OR
// ITS LICENSORS AND IS SUBJECT TO LICENSE TERMS.
//
// Mentor Graphics software executing under x86 Linux.
```

Gambar 3.3: Tampilan Komentar IC Studio

Gambar 3.3 menampilkan proses *startup* IC Studio dan menunjukkan lokasi direktori kerja yang disiapkan untuk project yang dikerjakan, yaitu `/home/uul`.

2. Jika anda mendapat pesan *Backing Store Disabled*, seperti diperlihatkan pada gambar 3.4, jika tetap ingin melanjutkan pekerjaan disain maka perlu menekan tombol **Yes**.

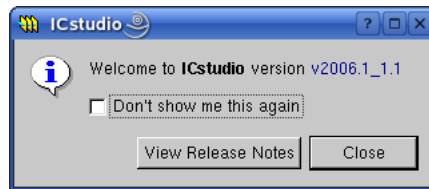


Gambar 3.4: Pesan Peringatan

Pesan peringatan pada gambar 3.4 menunjukkan bahwa sistem penanganan VGA di dalam sistem operasi linux yang digunakan oleh Mentor GraphicsTM belum dikonfigurasi untuk dapat melakukan *refresh* se-

cara periodik terhadap tampilan yang dihasilkan. Proses *refresh* ini akan digunakan Mentor GraphicsTM untuk menampilkan hasil kondisi yang terakhir ketika melakukan pengeditan, sehingga pengguna Mentor GraphicsTM akan melihat pekerjaannya sesuai dengan hasil yang mutakhir.

3. Pesan *Welcome to ICstudio version 2006*. Contohnya seperti tampak pada gambar 3.5.



Gambar 3.5: Pesan *Welcome*

Jika anda ingin melanjutkan pekerjaan dalam disain IC, cukup dengan menekan tombol **Close**. Anda juga diberi peluang untuk dapat mengetahui catatan penting dari versi IC Studio ini dengan menekan tombol **View Release Notes**.

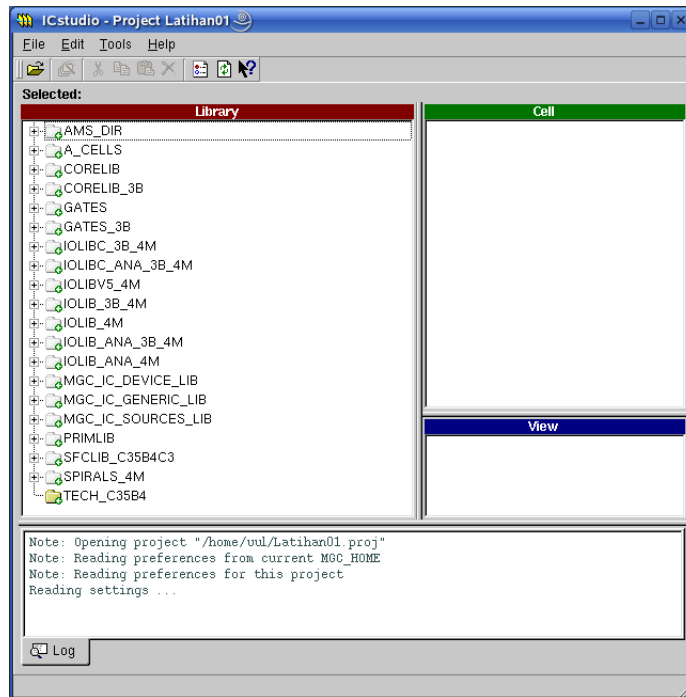
3.3 Bentuk Tampilan IC Studio

IC Studio mempunyai area kerja dengan membagi window menjadi beberapa bagian. Tampilan IC Studio tampak pada gambar 3.6.

Pada gambar 3.6 ditampilkan window **Library**, **Cell**, **View** dan **Log**. Window Library menampilkan beberapa library yang telah disiapkan untuk dapat digunakan dalam disain IC, baik dimulai dari disain rangkaian skematik sampai layout IC. Window Cell akan menampilkan daftar file Cell yang telah dibuat. Dalam hal ini, window tersebut tidak menampilkan apapun karena belum melakukan pembuatan Cell. Window View akan menampilkan jenis View dari disain Cell yang dibuat. Jenis View bisa terdiri dari Schematic, Layout, ViewPoint, atau Symbol. Window Log akan mencatat semua proses yang dilakukan dengan menampilkan pesan dalam bentuk teks.

3.4 Latihan

Agar pemahaman dan ketrampilan pembuatan project pada Mentor GraphicsTM lebih mendalam, berikut ini disediakan soal-soal untuk diguna-



Gambar 3.6: Area Kerja IC Studio

kan sebagai latihan. Anda bisa mengerjakan soal-soal berikut menggunakan panduan waktu yang disediakan. Soal-soal ini sebagai berikut :

- 3 Menit** : Bagaimana perintah yang digunakan untuk pembuatan project bila anda akan membuat IC comparator menggunakan teknologi AMS $0.6 \mu\text{m}$?
- 3 Menit** : Sebutkan **library** yang sudah disiapkan oleh IC Studio ketika dijalankan pertama kali ?
- 2 Menit** : Apakah nama **window** di dalam IC Studio yang selalu mencatat dan menampilkan apa saja yang sedang anda kerjakan ?

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AustriaMicroSystems. *0.35 μm CMOS C35 Process Parameters*, document number : ENG-182 edition, 2005.
- [2] AustriaMicroSystems. *0.35 μm ESD Design Rules*, seven digit document : eng-236 edition, 2005.
- [3] R. J. Baker. *CMOS: Mixed-Signal Circuit Design*. Microelectronic Systems. IEEE Press Series on Microelectronic Systems, 2002.
- [4] R. J. Baker, H. W. Li, and D. Boyce. *CMOS: Circuit Design, layout, and Simulation*. Microelectronic Systems. IEEE PRESS, Printece Hall of India Private limited, New Delhi, 2004.
- [5] D. Ginhac. *Tutorial sur l'utilisation de mentor graphics, creation de circuit integres en technologie CMOS AMS 0.35 μm* . LE2I, Universite de Bourgogne, Faculte Mirande, Dijon France, 2005.
- [6] T. T. Lang. *Electronique Numrique*. Masson, Paris, 1995.
- [7] E. P. Wibowo, N. Huda, S. Arief, and Brahmantyo. *Instalasi Mentor Graphics (IcFlow) pada Sistem Operasi Linux*. Penerbit Gunadarma, Jl. Margonda Raya 100 Depok, 2006.

