

KAJIAN MODEL BENTUK PIAWAI MENGGUNAKAN PROTOTAIP PANTAS

MOHD AZINUDDIN BIN ISMAIL

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

KAJIAN MODEL BENTUK PIAWAI MENGGUNAKAN PROTOTAIP PANTAS

MOHD AZINUDDIN BIN ISMAIL

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Mekanikal (Rekabentuk dan Inovasi)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mei 2009

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya.”

Tandatangan :

Nama penulis : Mohd Azinuddin Bin Ismail

Tarikh :

DEDIKASI

Untuk ibu dan bapa yang tersayang

Kamariah Binti Md Yusuff dan Ismail Bin Abdul Rahman

Serta

Adik-beradik, saudara-mara, pensyarah-pensyarah dan rakan-rakan
seperjuangan.....

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur kehadiran Illahi dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian Projek Sarjana Muda saya ini dengan sempurna. Saya juga ingin bersyukur dan berterima kasih kerana sepanjang pengajian di Universiti Teknikal Malaysia Melaka dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang dipelajari. Segala rintangan dan cabaran yang dihadapi dapat diharungi dengan tekun dan sabar.

Pertama sekali, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada En. Faiz Redza Ramli selaku penyelia projek kerana tidak pernah jemu melayan saya, memberi tunjuk-ajar dan tanpa kesabaran beliau mustahil saya dapat menyiapkan projek ini. Saya juga berasa bangga dan bertuah kerana menjadi salah seorang daripada pelajar di bawah penyeliaan beliau. Dengan pengetahuan yang beliau miliki, Alhamdulillah dapatlah saya menyiapkan kajian ini dengan sempurna. Kedua-dua ibubapa saya juga banyak memberi dorongan dan semangat untuk saya menyiapkan projek ini. Dengan berkat doa ibubapa yang mengiringi saya, segala urusan dapat dilakukan dengan baik.

Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah yang telah membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya untuk menyiapkan projek ini. Tidak dilupakan ucapan terima kasih kepada juruteknik-juruteknik yang banyak membantu, rakan seperjuangan serta sesiapa jua yang telah membantu dan terlibat secara langsung ataupun tidak langsung sepanjang projek ini dijalankan. Akhir kata semoga laporan ini menjadi sumber rujukan pada masa hadapan.

ABSTRAK

Kajian yang dilakukan ini adalah untuk melihat perpindahan data dan penghasilan model RP. Tiga perisian telah digunakan iaitu CATIA V5R16, SolidWorks 2009, dan UG NX5. Pemindahan data telah dilakukan antara CAD – STL dan IGES-CAD-STL. Model-model RP telah dihasilkan dengan menggunakan mesin FDM Prodigy Plus dan mesin FDM Fortus 400mc. Model-model FDM telah diukur dengan menggunakan CMM dan Angkup Vernier untuk mendapatkan perbezaan antara dimensi asal dengan dimensi model-model FDM. Perbandingan dari segi pengukuran dimensi dan pemerhatian telah dilakukan antara lukisan asal dan model-model RP yang telah siap. Setelah analisis dibuat, dimensi untuk semua model RP menunjukkan perbezaan yang kecil dan kurang daripada 1 mm. Penghasilan melalui mesin FDM Fortus 400mc adalah lebih kemas, lebih menjimatkan masa, dan lebih licin berbanding mesin FDM Prodigy Plus. Penggunaan perisian pihak ketiga seperti CADDdoctor amat penting untuk pertukaran data IGES ke dalam CAD lain. Manakala, penggunaan MAGICS tidak begitu penting untuk perpindahan data secara terus CAD-STL. Keputusan dan analisa ini adalah amat penting kerana pihak-pihak yang berkaitan akan dapat menjangkakan apa yang berlaku sekiranya perpindahan data berlaku dan semasa ingin membuat prototaip. Kajian ini adalah amat berguna kepada para ahli akademik, pereka bentuk dan pihak industri.

ABSTRACT

Research had been made to see data exchange and development of RP model. Three software were used which are CATIA V5R16, SolidWorks 2009 and UG NX5. The data transfer had been made between CAD-STL and IGES-CAD-STL. The RP models were produced by using FDM Prodigy Plus and FDM Fortus 400mc machines. The FDM models were measured by using CMM and Vernier Caliper to get the difference between the dimensions from original drawing with RP models dimensions that has been made. After the analysis, the dimensions for all RP models shows only small differences which is less than 1 mm. the observation toward surface integrity shows that the all FDM Prodigy Plus models that were produce by this machine have the same surfaces. The outcomes from FDM Fortus 400mc machine is better, time saving and smoother compare to FDM Prodigy Plus machine. The use of third party software such as CADDdoctor is extremely important for IGES data exchange into other CAD. Meanwhile, the use of MAGIC5 is less important for direct data transfer of CAD-STL. This result and analysis is very important because the related parties can predict what will happen if the data transfer occur and while making the prototype. This research is important for academicians, designers and industrial.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	vi
	SENARAI LAMPIRAN	vii
1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Projek Projek Sarjana Muda	1
	1.2 Analisa Masalah	2
	1.3 Objektif	3
	1.4 Skop	3

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2	KAJIAN ILMIAH	4
	2.1 Pengenalan	4
	2.2 Lukisan berbantu komputer (CAD)	5
	2.2.1 Platfom-Platfom CAD Yang Digunakan	6
	2.2.1.1 CATIA V5R16	6
	2.2.1.2 UG NX5	7
	2.2.1.3 SolidWorks 2009	9
	2.3 Bentuk-bentuk Piawai	10
	2.4 Perpindahan Data	11
	2.4.1 Format Tulen	12
	2.4.1.1 Format STL	12
	2.4.2 Format Neutral	14
	2.4.2.1 IGES	14
	2.4.3 Perisian Pihak Ketiga	15
	2.4.3.1 CADDdoctor	15
	2.4.3.2 MAGICS	16
	2.5 Proses Prototaip Pantas (RP)	17
	2.5.1 <i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM)	18
	2.5.1.1 FDM Prodigy Plus	20
	2.5.1.2 FDM Fortus 400mc	21
	2.5.2 Bahan Mentah Yang Digunakan	22

	2.5.2.1 ABS	22
	2.5.2.2 ABS-M30	22
	2.5.2.3 Sokongan	23
	2.5.3 Insight	23
2.6	Pengukuran	24
	2.6.1 <i>Coordinate Measuring Machine (CMM)</i>	24
	2.6.1.1 Bahagian Utama CMM	25
	2.6.1.2 Kegunaan CMM	25
	2.6.2 Angkup Vernier	26
3	METODOLOGI	27
3.1	Pengenalan	27
3.2	Persediaan Menjalankan Projek	30
3.3	Merekabentuk Model Bentuk Piawai	31
3.4	Perpindahan Data CAD	33
3.4.1	Perpindahan Data Dari CAD-STL	33
3.4.2	Perpindahan Data Antara IGES-CAD-STL	34
3.4.3	Penggunaan Perisian Pihak Ketiga	35
3.4.3.1	Penggunaan MAGICS	35
3.4.3.2	Penggunaan CADDdoctor	35
3.5	Menggunakan Mesin RP(FDM)	36
3.5.1	Metodologi Menggunakan RP	36
3.6	Pemerhatian Dan Pengukuran	37
3.6.1	Carl Zeiss ConturaG2 CMM	37

3.6.2	Angkup Vernier	38
3.7	Analisis	38
3.7.1	Perbandingan Ukuran	39
3.7.2	Pemerhatian	39
4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	40
4.1	Pengenalan	40
4.2	Perbandingan Ukuran Model Bentuk Piawai	41
4.3	Perbandingan Integriti Permukaan	46
4.4	Masa Yang Digunakan Untuk Menghasilkan Model RP	55
4.5	Penggunaan MAGICS Dalam RP	56
4.6	Pertukaran Data IGES dalam RP	58
4.6.1	Pertukaran IGES Secara Terus	58
4.6.2	Pertukaran IGES Menggunakan CADoctor	61
5	KESIMPULAN	64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Cadangan	65
	RUJUKAN	66
	BIBLIOGRAFI	67
	LAMPIRAN	68-74

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Bentuk, tujuan bentuk dilakukan, bilangan dan ukuran	31
4.1	Perbandingan dimensi antara model	41
4.2	Permukaan rata, kiub, dan bentuk bersudut	48
4.3	Bentuk-bentuk melengkung	49
4.4	Bentuk-bentuk kritikal	50
4.5	Perbandingan hasil FDM Prodigy Plus dan FDM Fortus 400mc	52
4.6	Perbandingan bentuk melengkung antara FDM Prodigy Plus dan FDM Fortus 400mc	54

SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Antaramuka CATIA V5R16	6
2.2	Antaramuka UG NX5	7
2.3	Antaramuka SolidWorks 2009	9
2.4	Bentuk-bentuk piawai	10
2.5	Perbandingan antara perpindahan terus data dengan perpindahan melalui format neutral	11
2.6	Jarak selang antara muka segitiga	13
2.7	Pertambahan muka segitiga	13
2.8	Pertindihan muka segitiga	13
2.9	Penghasilan muka segitiga apabila berkongsi hujung	13
2.10	Bentuk <i>wireframe</i> format IGES	15
2.11	Antaramuka CADDdoctor	16
2.12	Antaramuka MAGICS 9.0	17
2.13	Proses FDM	19
2.14	FDM Prodigy Plus	20
2.15	FDM Fortus 400mc	21
2.16	Antaramuka Insight	23
2.17	Carl Zeiss ConturaG2 CMM	25
2.18	Angkup Vernier digital	26
3.1	Carta Alir Projek Sarjana Muda	29
3.2	Model bentuk piawai yang dihasilkan	32
3.3	<i>Save as</i> di dalam platform SolidWorks 2009	34
4.1	Model A	47

RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
4.2	Model B	47
4.3	Model C	47
4.4	Model D	47
4.5	Bulatan paksi-z	51
4.6	Bulatan paksi-y	51
4.7	Masa yang diambil oleh mesin FDM Prodigy Plus dan mesin FDM Fortus 400mc	55
4.8	Fail STL CATIA V5R16	57
4.9	Percubaan menggunakan STL <i>Smoother</i> dalam MAGICS	57
4.10	Fail yang disimpan dalam IGES	58
4.11	Lukisan SolidWorks 2009 yang diimport ke dalam platform UG NX5	59
4.12	Segitiga yang tidak teratur dan tidak lengkap fail STL yang disimpan dalam UG NX5	60
4.13	Data lukisan yang disimpan sebagai STL oleh UG NX5 dalam Insight	61
4.14	Data IGES dari SolidWorks 2009 yang telah dibaiki dengan menggunakan CADDdoctor	62
4.15	Data yang telah melalui proses pembaikan CADDdoctor	63

SENARAI SIMBOL

<i>CAD</i>	=	Computer-Aided Design
<i>FDM</i>	=	Fused Deposition Modelling
<i>RP</i>	=	Rapid Prototyping
<i>ABS</i>	=	Acrylonitrile butadiene styrene

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Ukuran Model A	69
B	Ukuran Model B	70
C	Ukuran Model C	71
D	Ukuran Model D	72
E	Dimensi	73
F	Simbol Dimensi	74

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latarbelakang Projek Sarjana Muda

Penggunaan CAD (*computer aided design*) dalam industri semakin diperlukan pada masa kini kerana ia dapat menambahkan mutu rekabentuk dan menyenangkan proses rekabentuk. Rekabentuk dapat dilakukan dengan lebih berkesan dan bentuk yang diinginkan dapat diterjemahkan ke dalam lukisan sepenuhnya. Lukisan tersebut akan dapat dilihat dalam bentuk 3D(*three dimension*). Ujian dan analisis terhadap lukisan juga dapat dilakukan untuk menguji ketahanan dan ergonomik lukisan tersebut.

Setiap syarikat mempunyai platform lukisan yang tersendiri akibat perjanjian dengan vendor yang berbeza. Perjanjian antara sesebuah syarikat dengan vendor tertentu adalah kerana kelebihan perisian tersebut dan keserasian perisian dengan bidang syarikat tersebut. Oleh sebab itu, biasanya sebuah syarikat hanya mempunyai satu perisian. Adalah amat penting untuk membolehkan integrasi antara platform CAD berlaku tanpa masalah.

Di antara situasi yang memerlukan perpindahan data ialah:

- a) Kajian yang dilakukan oleh sesebuah organisasi memerlukan lebih dari satu platform CAD. Jika sesebuah organisasi menggunakan platform SolidWorks, ia tidak boleh membuat analisa, maka ia harus dipindahkan kepada platform CATIA ataupun UG NX5.

- b) Perpindahan data antara syarikat yang membekalkan bahagian sesuatu produk. Contohnya, sebuah syarikat yang menghasilkan kenderaan memerlukan pembekal menghasilkan bahagian-bahagian tertentu kenderaan tersebut. Jika pembekal mempunyai platform CAD yang berbeza, mereka harus memindahkan lukisan bahagian yang ditempah supaya dapat dihasilkan di kilang mereka.

Disebabkan terdapat perpindahan data tersebut maka terdapat masalah untuk menghasilkan model untuk proses RP. Masalah ini menyebabkan model tidak dapat dihasilkan.

1.2 Analisa Masalah

Model piawai *solid* akan digunakan untuk melihat perubahan yang berlaku semasa perpindahan data antara platform CAD. Bentuk-bentuk piawai seperti kiub, alang rata, lubang silinder pada paksi x,y dan z, sfera, silinder *solid*, silinder berlohong, kon, slot, segi empat berlohong, bracket, lubang bulat, bentuk mekanikal, bentuk lulus-gagal.

Perpindahan data adalah sangat penting untuk membolehkan sesuatu lukisan dapat dibaca oleh platform CAD yang lain. Setiap syarikat yang membangunkan platform CAD mempunyai format sendiri. Ini adalah kerana untuk menjaga kepentingan syarikat itu sendiri. Selain itu, pembangunan perisian dapat dilakukan dengan cara tersendiri. Maka, terdapat perbezaan kelebihan dan kelemahan sesuatu platform CAD tersebut.

Terdapat banyak perisian di pasaran tetapi beberapa perisian yang telah mempunyai teknologi yang tinggi dan diakui kebolehan untuk merekabentuk dan menganalisis. Perisian tersebut akan dikaji. Perisian yang akan dikaji ialah:

- a) CATIA V5R16
- b) SolidWorks 2009
- c) UG NX5

1.3 Objektif

Objektif Projek Sarjana Muda ini adalah:

- a) Merekabentuk dan melukis bentuk model piawai dengan menggunakan platform-platform yang telah ditetapkan .
- b) Memerhati dan mengkaji masalah yang berlaku apabila perpindahan data dan penggunaan perisian pihak ketiga.
- c) Menghasilkan model piawai menggunakan proses RP(*rapid prototyping*).
- d) Membanding, memerhati dan mengkaji perubahan yang berlaku antara produk yang dihasilkan oleh mesin RP dengan lukisan asal.

1.4 Skop projek:

- a) Mengkaji CAD dari sudut geometri, struktur, topologi dan juga mengkaji proses RP.
- b) Menghasilkan bentuk piawai menggunakan platform-platform CAD iaitu CATIA V5R16, SolidWorks 2009, dan UG NX5.
- c) Mengkaji perpindahan data bentuk piawai antara CAD-STL dan IGES-CAD-STL.
- d) Menggunakan perisian pihak ketiga iaitu CADDdoctor dan MAGICS.
- e) Menghasilkan model menggunakan mesin RP iaitu FDM Prodigy Plus dan FDM Fortus 400mc.
- f) Mengukur ketepatan produk hasil mesin RP dengan menggunakan CMM (*Coordinate Measuring Machine*) dan Angkup Vernier.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Penggunaan lukisan berbantu komputer (CAD) semakin banyak digunakan sejak kebelakangan ini dan pelbagai vendor menyediakan perisian yang mempunyai kelebihan mereka sendiri. Beberapa perisian telah dipilih untuk melihat perbezaan dan kebolehan untuk data dipindahkan antara satu sama lain. Bentuk-bentuk piawai telah pun digunakan dan dilukis untuk melihat kesan apabila data dipindahkan antara satu sama lain.

Model yang dilukis akan dihasilkan menggunakan mesin prototaip pantas (RP). Mesin RP adalah cara terbaik untuk menghasilkan model dengan pantas dan efisien. Ketepatan dan kejituan hasil mesin RP akan diperhatikan dan dikaji. Pengukuran hasil mesin RP akan dilakukan dengan menggunakan CMM dan Angkup Vernier.

2.2 Lukisan Berbantu Komputer (CAD)

CAD ialah jujukan langkah-langkah berbantu komputer bagi menjana dan membina pakatan data rekabentuk dan pembuatan. Masa boleh dijimatkan pada peringkat analisis dan merekabentuk semula di samping menjimatkan tenaga. Analisis komputer boleh digunakan dalam menentukan semula perihal rekabentuk dan ubahsuai.

Penghasilan rekabentuk menggunakan komputer adalah amat praktikal sedangkan sebelum kehadiran komputer proses berleleran adalah tidak praktikal. Ini boleh mengurangkan kos serta menghasilkan rekabentuk yang lebih baik.

Modul-modul CAD boleh dibahagikan kepada pemodelan geometri, analisis kejuruteraan, tinjau semula rekabentuk dan penilaian dan melukis (Pendokumenan berautomatik):

a) Pemodelan geometri

Satu teknik menggunakan geometri berkomputer untuk mentakrifkan objek geometri. Sesuatu subset merupakan pemodelan geometri pejal dengan hanya objek pepejal sahaja ditakrifkan.

b) Analisis kejuruteraan

Model yang telah siap dilukis akan dianalisis untuk menguji ketahanan. Analisis boleh dilakukan dengan mengenakan daya, tekanan, dan tegasan kepada rekabentuk. Hasil analisis akan dikeluarkan dan diringkaskan. Kesan terhadap produk juga dapat ditunjukkan.

c) Tinjau semula rekabentuk dan penilaian

Selepas mengenakan analisis, rekabentuk boleh dikembalikan ke bentuk asal dan perubahan yang sepatutnya boleh dilakukan tanpa mengulangi keseluruhan pemodelan geometri lagi. Rekabentuk yang baru dibuat boleh dinilai kembali.

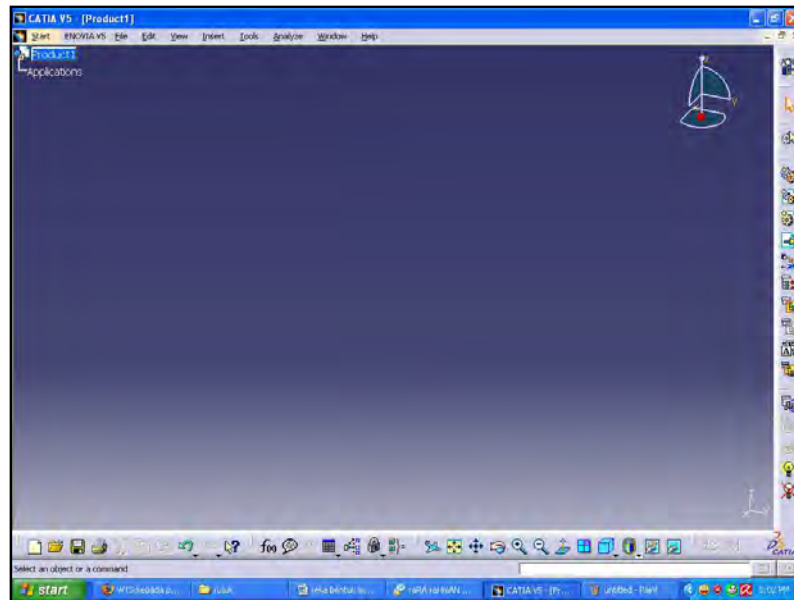
d) Melukis (Pendokumenan Berautomatik)

Pendokumenan berautomatik boleh dilakukan terhadap rekabentuk dan ia adalah lebih mudah dan cepat daripada pendokumenan konvensional.

2.2.1 Platform-Platform CAD Yang Digunakan

Terdapat banyak perisian yang terdapat di pasaran kerana keperluan dan kepentingan CAD dalam industri. Sebanyak tiga platform CAD telah dipilih untuk diuji iaitu CATIA V5R16, UG NX5, dan SolidWorks 2009.

2.2.1.1 CATIA V5R16



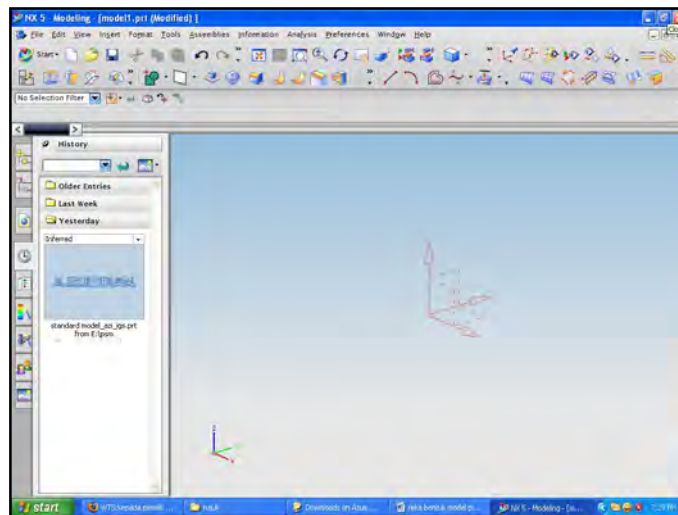
Rajah 2.1 : Antaramuka CATIA V5R16

CATIA adalah salah satu set perisian komersil pelbagai platform CAD, CAM dan CAE. CATIA adalah perisian yang paling popular di Malaysia mengikut A.Rahman, 2007. Ia telah digunakan oleh PROTON, Daimler Chrysler, Ferrari dan banyak lagi untuk menghasilkan kenderaan mereka. Syarikat perkapalan, arkitek dan syarikat penerbangan seperti Boeing juga menggunakan CATIA. CATIA adalah sebuah perisian dalam kategori tinggi.

Ia telah dibangunkan oleh Dassault System iaitu sebuah syarikat dari Perancis. Ia telah dicipta pada hujung tahun 70an dan awal 80an. Ia menggunakan bahasa C++. Ia mula digunakan dan menjadi pengguna terbesar syarikat penerbangan Boeing pada tahun 1984. Sekarang, pelbagai industri telah menggunakan CATIA termasuklah automotif, aeroangkasa, perkapalan dan lain-lain.

CATIA adalah produk pengurusan jangka hayat yang juga dikenali *Product Lifecycle Management*. Ia menyokong pelbagai tahap pembangunan produk (CAx). Ia termasuklah penjanaan konsep, rekabentuk (CAD), pembuatan (CAM) dan analisis (CAE). Antaramuka CATIA V5R16 dapat dilihat pada Rajah 2.1

2.2.1.2 UG NX5



Rajah 2.2 : Antaramuka UG NX5

UG NX5 adalah satu set perisian komersil yang berkebolehan melakukan PLM. Ia dibangunkan oleh Siemens PLM Software. Ia adalah perisian dalam kategori tinggi dan adalah pesaing kepada CATIA. Ia banyak digunakan dalam industri automotif dan aeroangkasa. UG NX5 adalah pemodel parametrik *solid* dan *surface*. Ia juga menggunakan Parasolid Pemodel Goemetri Kernel.

Siemens PLM Software dahulunya dikenali Unigraphics Solution Inc (UGS). Perisian ini pada mulanya dibangunkan oleh McDonnell Douglas' Unigraphics Groups. Kemudian, ia telah bergabung dengan *Structural Dynamic Research Corporation* (SDRC) pada 2001 menjadi produk SDRC's I-DEAS CAD tetapi masih menggunakan kod produk NX.

UG NX5 juga menyediakan 3D PLM. Produk ini menyokong kesemua peringkat pembangunan daripada penjanaan konsep (CAID), rekabentuk(CAD), analisis (CAE) dan pembuatan(CAM). UG NX5 mengintegrasikan peringkat kitaran hayat produk ke dalam keseluruhan proses menggunakan *concurrent engineering*, *design-in-contex* dan perkakasan pengurusan data produk. Antaramuka UG NX5 dapat dilihat pada Rajah 2.2.