



**UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

**MENSPEKIFIKASI METRIK REKA BENTUK  
DENGAN MENGGUNAKAN  
NAHU ATRIBUT**

**HAZURA ZULZALIL**

**FSAS 1998 5**

**MENSPEKIFIKASI METRIK REKA BENTUK  
DENGAN MENGGUNAKAN  
NAHU ATRIBUT**

**Oleh**

**HAZURA ZULZALIL**

**Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi keperluan  
bagi mendapatkan Ijazah Master Sains di  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia**

**Mei 1998**



## DEDIKASI

*Suami tercinta.....terima kasih di atas pengertian dan pengorbanan abang. Semoga kasih sayang di antara kita sentiasa mekar berpanjangan ke akhir hayat dan semoga Allah memberkati rumahtangga kita.*

*Keluarga tersayang ...Abah, Emak, Abang Hasan dan Kak Dewi. Doa dan restu kalian mengiringi perjalanan hidupku. Adik-adik ... Jeemah, Atan, Anim, Ejum, Anor, Iji dan Atim. Gelak tawa serta tangis kalian sentiasa mewarnai dan menceriakan hidupku ini.*

*Bonda Aisyah, Kak Liza, Abang Din, Syima, Boy, Aida dan Eti.....terima kasih kerana menerimaku sebagai ahli keluarga kalian. Kudoakan agar ikatan kekeluargaan ini berpanjangan dan direstui Allah.*

*Teman-teman ....Along, Gee, Karen, Maya, Liza, Kak Ida, Kak Fizan, Zila, Kak Nor, Sue, Jue, Elwa, Jen dan tidak lupa untuk semua ex-kosmet sesi 91/95 (CyberBSK). Kenangan bersama kalian sentiasa terpahat dihatiku dan semoga tali persahabatan kita akan sentiasa teguh.*

## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Mengasihani. Segala puji bagi Allah Tuhan pentadbir sekalian alam. Selawat serta salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad s.a.w., keluarganya serta para sahabat baginda.

Setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih diucapkan kepada penyelia saya, Dr. Abdul Azim Abd Ghani di atas segala bimbingan, galakan, nasihat serta tunjuk ajar yang telah diberikan sepanjang kajian ini dijalankan. Penghargaan ini juga ditujukan kepada Dr. Md. Nasir Sulaiman dan Dr. Ramlan Mahmud sebagai ahli jawatan kuasa penyelia di atas segala nasihat dan bimbingan.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Jabatan Sains Komputer kerana telah memberikan kemudahan komputer serta menyediakan bilik untuk saya. Kepada pensyarah-pensyarah terima kasih di atas bantuan, sokongan dan dorongan yang diberikan. Juga kepada staf am terima kasih di atas segala khidmat kalian.

Saya amat berterima kasih kepada Kerajaan Malaysia kerana telah memberi biasiswa dan majikan saya, Universiti Putra Malaysia kerana telah memberikan cuti serta elaun belajar bagi menyempurnakan pengajian master saya. Tidak lupa juga kepada staf di Pusat Pengajian Siswazah terutamanya Puan Arbaayah, yang telah banyak memberikan panduan di dalam penulisan tesis.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada suami saya, Khairul Anuar Awang Abu di atas kesabaran, pengertian, dorongan serta semangat yang diberikan sepanjang kajian saya dijalankan. Tidak lupa juga kepada ayahanda Zulkarnain @Zulzalil dan bonda Hafidzah Hazalli di atas doa kalian yang tidak pernah putus untuk anakanda.

Akhir sekali, tidak dilupakan penghargaan ini ditujukan kepada semua rakan seperjuangan serta *ex-housemates*, 21C yang telah banyak memberikan perangsang serta bantuan.

Semoga Allah s.w.t. memberikan ganjaran di atas segala budi baik anda semua. Amin Ya Rabbal Alamin.

## KANDUNGAN

Muka Surat

|   |      |
|---|------|
| <b>PENGHARGAAN</b> .....                            | iii  |
| <b>SENARAI JADUAL</b> .....                         | viii |
| <b>SENARAI RAJAH</b> .....                          | ix   |
| <b>SENARAI SINGKATAN</b> .....                      | x    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                | xi   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                               | xiii |
| <br><b>BAB</b>                                      |      |
| <b>I PENGENALAN</b> .....                           | 1    |
| Pendahuluan .....                                   | 1    |
| Latar Belakang Kejuruteraan Perisian .....          | 1    |
| Krisis Perisian .....                               | 2    |
| Keperluan Metrik Perisian .....                     | 4    |
| Definisi Metrik Perisian .....                      | 5    |
| Klasifikasi Metrik Perisian .....                   | 7    |
| Metrik Perisian di dalam Kitar-hidup Perisian ..... | 7    |
| Pernyataan Masalah .....                            | 10   |
| <br><b>II KAJIAN LALU</b> .....                     | 12   |
| Pendahuluan .....                                   | 12   |
| Metrik Kod Sumber .....                             | 13   |
| Lines of Code (LOC) .....                           | 13   |
| Metrik Halstead .....                               | 14   |
| Metrik McCabe .....                                 | 16   |
| Metrik Reka Bentuk .....                            | 18   |
| Metrik Rangkaian .....                              | 20   |
| Metrik Kestabilan .....                             | 22   |
| Metrik Aliran Maklumat .....                        | 23   |
| Contoh Aplikasi Metrik Reka Bentuk .....            | 27   |
| DEMETER (Design METrics EvaluatoR) .....            | 27   |
| SDA (Software Design Analyzer) .....                | 28   |
| Nahu Atribut di dalam Metrik Perisian .....         | 28   |
| Pungutan Data .....                                 | 30   |
| Ringkasan .....                                     | 33   |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| <b>III</b> | <b>KAEDAH</b> .....   | 35  |
|            | Pendahuluan .....   | 35  |
|            | Nahu Atribut .....  | 36  |
|            | Definisi Nahu Atribut .....   | 36  |
|            | Contoh Penilaian Ungkapan Integer Menggunakan Nahu Atribut .....      | 39  |
|            | Bahasa Penerangan Reka Bentuk .....                                   | 41  |
|            | Pentakrifan Nahu Atribut di dalam Bahasa Penerangan Reka Bentuk ..... | 43  |
|            | Metrik Menunjukkan Saiz Sistem .....                                  | 44  |
|            | Metrik Menunjukkan Hubungan Antara Modul .....                        | 46  |
|            | Metrik Graf Panggilan Modul .....                                     | 59  |
|            | Metrik Aliran Maklumat .....  | 62  |
| <br>       |   |     |
| <b>IV</b>  | <b>REKA BENTUK DAN IMPLEMENTASI</b> .....                             | 72  |
|            | Pendahuluan .....   | 72  |
|            | Reka Bentuk Sistem .....  | 73  |
|            | Algoritma bagi Menentukan Metrik Reka Bentuk .....                    | 76  |
|            | Metrik Menunjukkan Saiz Sistem .....                                  | 76  |
|            | Metrik Menunjukkan Hubungan Antara Modul .....                        | 76  |
|            | Metrik Graf Panggilan Modul .....                                     | 78  |
|            | Metrik Aliran Maklumat .....  | 79  |
|            | Implementasi Pentakrifan Metrik Reka Bentuk .....                     | 80  |
|            | Kenapa FLEX dan BISON? .....  | 80  |
|            | Penganalisis Leksikal .....   | 82  |
|            | Pengurai .....  | 89  |
|            | Bagaimana Nahu Atribut Diwakilkan di dalam BISON .....                | 93  |
| <br>       |   |     |
| <b>V</b>   | <b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b> .....                               | 98  |
|            | Pendahuluan .....   | 98  |
|            | Input .....   | 98  |
|            | Output .....  | 100 |
|            | Pengujian .....   | 103 |
|            | Nahu Atribut Sebagai Asas Rangka Kerja .....                          | 104 |
| <br>       |   |     |
| <b>VI</b>  | <b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b> .....                                  | 107 |
|            | Kesimpulan .....  | 107 |
|            | Cadangan .....  | 109 |
| <br>       |   |     |
|            | <b>BIBLIOGRAFI</b> .....  | 111 |

## LAMPIRAN

|                      |   |            |
|----------------------|---|------------|
| A                    | Komponen-komponen Pengukuran Perisian ..... | 117        |
| B                    | Kandungan Fail y.tab.h .....                | 118        |
| C                    | Aturcara FLEX .....                         | 119        |
| D                    | Fail Output 1 .....                         | 121        |
| E                    | Fail Input 2 .....                          | 125        |
| F                    | Fail Output 2 .....                         | 126        |
| <b>BIODATA</b> ..... |   | <b>130</b> |



## SENARAI JADUAL

| Jadual |  | Muka Surat |
|--------|--|------------|
| 1      | Operator-operator Ungkapan FLEX .....  | 88         |
| 2      | Aksara-aksara Khas di dalam FLEX ..... | 89         |

## SENARAI RAJAH

| Rajah |   | Muka Surat |
|-------|---|------------|
| 1     | Model Air Terjun Kitaran-hidup Perisian .....                       | 9          |
| 2     | Pengiraan TLOC dan NCLOC .....                                      | 14         |
| 3     | Contoh Operator dan Operan .....                                    | 15         |
| 4     | Penerbitan dari V(G) .....  | 17         |
| 5     | Graf Lain yang Boleh Diterbitkan .....                              | 17         |
| 6     | Graf Panggilan .....  | 20         |
| 7     | Contoh Metrik Henry dan Kafura .....                                | 26         |
| 8     | Nahu Atribut Menakrifkan Ungkapan Integer .....                     | 40         |
| 9     | Penilaian $2+3x5$ .....   | 40         |
| 10    | Pokok Hirarki Panggilan .....                                       | 62         |
| 11    | Gambar Rajah Aliran Data .....                                      | 74         |
| 12    | Carta Struktur Sistem .....   | 75         |
| 13    | Gambar Rajah Konseptual Implementasi FLEX dan BISON..               | 81         |
| 14    | Aliran Kawalan FLEX dan BISON .....                                 | 82         |
| 15    | Implementasi BISON dalam Mencari Jumlah Modul dan<br>Prosedur ..... | 96         |
| 16    | Implementasi BISON dalam Mencari Tahap Hirarki .....                | 97         |

## SENARAI SINGKATAN

|                |                                       |
|----------------|---------------------------------------|
| <b>CASE</b>    | Computer Aided Software Engineering   |
| <b>LOC</b>     | Lines of Code                         |
| <b>TLOC</b>    | Total Lines of Code                   |
| <b>NCLOC</b>   | Non-Commentary Lines of Code          |
| <b>DEMETER</b> | DEsign METrics EvaluatoR              |
| <b>DSDL</b>    | Data Structure Description Language   |
| <b>MIDL</b>    | Module Interface Description Language |
| <b>SDA</b>     | Software Design Analyzer              |
| <b>SWDL</b>    | SoftWare Data Library                 |
| <b>SEL</b>     | Software Engineering Laboratory       |

## ABSTRAK

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains.

### MENSPEKIFIKASI METRIK REKA BENTUK DENGAN MENGUNAKAN NAHU ATRIBUT

Oleh

HAZURA ZULZALIL

Mei 1998

Pengerusi: Dr. Abdul Azim Abd Ghani

Fakulti: Sains dan Pengajian Alam Sekitar

Pada awalnya, kajian dalam metrik perisian lebih tertumpu kepada menilai metrik daripada kod sumber. Walau bagaimanapun, metrik tersebut cuma diperoleh pada fasa terakhir iaitu selepas fasa implementasi. Minat untuk mengekstrak metrik perisian telah berkembang kepada fasa yang lebih awal dalam pembangunan perisian yang digelar sebagai metrik reka bentuk. Kajian telah menunjukkan bahawa metrik reka bentuk jarang digunakan di dalam pengukuran 'projek yang sebenar'. Ini adalah kerana ketidakupayaan untuk mengekstrak metrik reka bentuk secara automatik pada awal projek.

Salah satu cara untuk mengekstrak metrik reka bentuk telah diperkenalkan dengan menspesifikasi metrik reka bentuk yang terkenal seperti metrik graf panggilan dan metrik aliran maklumat melalui penggunaan nahu atribut. Nahu atribut

mempunyai kelebihan kerana ia adalah seperti nahu konteks bebas dan mampu menspesifikasi semantik statik bagi bahasa. Ini boleh digunakan di dalam penspesifikasian penilaian metrik reka bentuk.

Dokumen reka bentuk seperti carta struktur diwakilkan secara abstrak oleh bahasa penerangan reka bentuk yang mengandungi tatatanda dan maklumat reka bentuk. Alat pengkompil UNIX, FLEX dan BISON, digunakan di dalam melaksanakan penilaian dan pungutan metrik reka bentuk.

## ABSTRACT

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science.

### SPECIFYING DESIGN METRICS USING ATTRIBUTE GRAMMAR

By

HAZURA ZULZALIL

May 1998

Chairman: Dr. Abdul Azim Abd Ghani

Faculty: Science and Environmental Studies

Initially the work in software metrics only concerned with evaluating metrics from source code but these metrics are only available during the late phase of development which is after implementation. The interest in extracting software metrics have spread to the earlier phases of software development which is called design metrics. Experience has shown that design metrics have rarely been used in measuring the 'real project'. This is because of the inability to extract design metrics automatically early in the project.

One way to extract design metrics has been presented by specifying well-known design metrics, such as call graph metrics and information flow using attribute grammars. Attribute grammars have the advantage of looking like context-



free grammars and being able to specify static semantics of language. This can be used in specifying design metrics evaluation.

The design document such as structure chart has been represented abstractly by design description language which include the design notation and information. The UNIX compiler tools, FLEX and BISON, are used to implement the evaluation and collection of the design metrics.

# **BAB I**

## **PENGENALAN**

### **Pendahuluan**

Bab ini akan menerangkan masalah perisian komputer yang digelar sebagai krisis perisian dan bagaimana timbulnya disiplin kejuruteraan perisian. Metrik perisian yang merupakan salah satu bidang dalam kejuruteraan perisian dipercayai boleh mengurangkan masalah krisis perisian. Definisi dan klasifikasi metrik perisian secara am serta hubungan metrik perisian di dalam kitar-hidup pembangunan perisian akan diterangkan. Bab ini diakhiri dengan masalah yang dikenal pasti di dalam metrik perisian.

### **Latar Belakang Kejuruteraan Perisian**

Perkembangan teknologi yang pesat telah mencetus banyak perubahan yang mendadak kepada industri komputer. Perkakasan komputer menjadi bertambah kompleks dan berupaya menyediakan aplikasi-aplikasi yang baru dalam sistem pengkomputeran. Peningkatan perkakasan komputer didapati tidak seiring dengan pembangunan perisian komputer. Ini telah menimbulkan krisis perisian dan dari sinilah wujudnya suatu disiplin baru iaitu *kejuruteraan perisian*.



## Krisis Perisian

Berdasarkan kajian yang dibuat oleh Card (1987), kurang dari 1% daripada projek sistem perisian yang besar didapati siap tepat pada masanya, menepati kos dan keperluan pengguna. Kebanyakannya siap lewat hampir setahun dan kosnya pula hampir dua kali ganda daripada kos yang dijangkakan. Situasi ini digelar 'krisis perisian'. Krisis perisian telah mendapat perhatian pakar-pakar komputer dan ramai yang cuba mengkaji bagaimana masalah ini boleh diatasi.

Salah satu usaha bagi mengatasi krisis ini, satu bengkel telah diadakan di Garmish, German Barat pada tahun 1968 dan seterusnya di Rome, Itali pada tahun 1969 (Naur *et al.*, 1979), mereka telah memperkenalkan kejuruteraan perisian. Kejuruteraan perisian menggunakan pendekatan kejuruteraan dalam pembangunan perisiannya. Aktiviti-aktiviti yang terlibat di dalam pendekatan ini adalah mengurus, merancang, menganggar kos, merekabentuk, menganalisa, melaksana, menguji dan menyelenggara. Apa yang diharapkan adalah perisian yang dibina akan lebih dipercayai dan boleh disiapkan dalam masa dan kos yang telah ditetapkan.

Di samping itu beberapa teknik dan kaedah telah dibangunkan bertujuan untuk meningkatkan kualiti dan produktiviti pembangunan perisian. Contohnya analisis berstruktur (DeMarco, 1979), penyorokan maklumat (Parnas, 1972), pengabstrakan (Wasserman, 1983), reka bentuk berstruktur (Yourdan dan Constantine, 1979), reka bentuk berorientasikan objek (Booch, 1982), pengaturcaraan

berstruktur (Dijkstra, 1968) dan kaedah spesifikasi formal (Gehani dan McGettrick, 1986). Teknik-teknik pengurusan juga telah disesuaikan mengikut kejuruteraan perisian (Thayer, 1988).

Alat perisian automatik (*automated software tool*) juga dibina bagi menyokong teknik dan kaedah yang telah dinyatakan. Alat ini dapat membantu di dalam mengurus dan mengawal proses-proses yang terlibat di dalam pembangunan perisian. Di samping itu ia juga dapat mengurangkan ralat dan seterusnya meningkatkan kualiti dan produktiviti. Contoh alat tersebut adalah CASE (*Computer Aided Software Engineering*).

Walaupun penyelesaian kejuruteraan perisian telah dicadangkan sejak dua dekad yang lalu, krisis perisian masih lagi berterusan. Thayer *et al.* (1981) telah membuat hipotesis bahawa terdapat dua puluh potensi masalah di dalam pengurusan projek perisian. Beliau telah mengenal pasti bahawa masalah-masalah tersebut masih tidak dapat diselesaikan walaupun mereka mendakwa mereka tahu membina dan mengurus pembangunan projek perisian. Semua masalah yang menyebabkan krisis perisian adalah berkait dengan ciri-ciri perisian dan individu yang bertanggungjawab membangunkan perisian tersebut.

## Keperluan Metrik Perisian

Kejuruteraan perisian memerlukan pengukuran untuk menentukan aspek-aspek di dalam pembangunan dan penyelenggaraan perisian serta produk yang dihasilkan. Pengukuran adalah penting kerana ia berupaya mengukur secara objektif dan merupakan asas bagi semua disiplin saintifik dan kejuruteraan (Dunham dan Kruesi, 1983). Ia membenarkan pemerhatian diwakilkan sebagai nombor dan menyediakan data bagi setiap keputusan. Daripada itu, penaakulan dan jangkaan boleh dilakukan.

Pengukuran di dalam kejuruteraan perisian adalah agak baru jika dibandingkan dengan bidang-bidang lain di dalam sains dan kejuruteraan. Teknik, kaedah dan alat yang baru telah dibina dan digunakan bagi menyokong disiplin kejuruteraan perisian. Darjah pengukuran yang digunakan akan mencerminkan kematangan kejuruteraan perisian sebagai salah satu bidang kejuruteraan (Card dan Glass, 1990).

Terdapat tiga entiti yang mana atribut-atributnya boleh diukur di dalam perisian (Fenton,1991), iaitu:

- proses - berkaitan dengan aktiviti-aktiviti perisian yang biasanya berkaitan dengan faktor masa. Contohnya membangunkan dokumen spesifikasi, membina sistem perisian dan menguji sistem.

- produk - berkaitan dengan penerimaan dokumen yang dihasilkan daripada proses. Contohnya spesifikasi, reka bentuk, kod aturcara dan data ujian.
- sumber - item-item yang merupakan input kepada proses. Contohnya personel, kumpulan, perisian, perkakasan dan pejabat.

Atribut terdiri daripada atribut dalaman dan atribut luaran. Atribut dalaman bagi produk, proses atau sumber boleh diukur secara langsung sementara atribut luaran cuma boleh diukur dengan melihat bagaimana kaitan entiti-entiti dengan persekitarannya (Lampiran A).

Pengukuran perisian adalah aktiviti mengkuantifikasikan atribut bagi entiti yang dikelaskan di atas. Aktiviti ini bergantung kepada kefahaman yang jelas kepada atribut dan keupayaan mengukur atribut tersebut dengan tepat dan teliti. Dari sinilah wujudnya metrik perisian di mana metrik perisian akan mengukur dan mengkuantifikasikan proses-proses di dalam pembangunan perisian dengan mengekstrak atribut-atributnya.

### **Definisi Metrik Perisian**

Dari sudut kejuruteraan perisian, metrik perisian merujuk kepada pengukuran yang mengkuantifikasikan aspek-aspek proses dan produk pembangunan perisian (Fenton, 1991). Metrik perisian membuat pengukuran meliputi produk dan proses perisian yang dibina. Produk perisian adalah objek abstrak yang berkembang dari

permulaan iaitu pernyataan keperluan sehingga sistem perisian dapat disiapkan. Ianya termasuklah kod sumber dan kod objek serta pelbagai bentuk dokumentasi yang dihasilkan sepanjang pembangunan sistem.

Pengukuran proses dan produk perisian telah dikaji dan digunakan di dalam menyokong proses pembangunan. Metrik tersebut kemudiannya digunakan untuk menganggar kos dan skedul produk serta mengukur produktiviti dan kualiti produk. Maklumat yang didapati daripada metrik juga boleh digunakan di dalam pengurusan dan pengawalan proses pembangunan seterusnya ia dapat meningkatkan keputusan.

Metrik yang ideal sepatutnya boleh membantu di dalam pembangunan projek perisian yang mana ia bukan hanya boleh menerangkan parameter-parameter tetapi juga mampu menjangka apakah parameter-parameter yang terlibat di dalam pembangunan perisian. Antara ciri-ciri metrik yang ideal adalah: (Conte *et al.*, 1986; Basili dan Weiss, 1984)

- mudah - ditakrifkan dengan jelas dan tepat.
- objektif - kepada tahap yang sebaik mungkin.
- mudah diperolehi - contohnya boleh diperolehi dengan kos yang berpatutan.
- sah - metrik boleh mengukur apa yang diinginkan.
- kuat - tidak sensitif kepada sebarang perubahan yang berlaku di dalam proses dan produk.

## **Klasifikasi Metrik Perisian**

Metrik perisian secara amnya boleh diklasifikasikan kepada:-

- i. Metrik produk - metrik produk adalah pengukuran produk perisian di sepanjang perisian dibangunkan iaitu daripada awal hinggalah akhir. Antara pengukuran yang boleh dilakukan oleh metrik produk ialah kompleksiti reka bentuk perisian, saiz kod sumber atau kod objek dan jumlah dokumentasi yang dikeluarkan.
- ii. Metrik proses - metrik proses pula adalah pengukuran proses pembangunan perisian. Sebagai contoh, jangka masa pembangunan keseluruhan sistem, jumlah perubahan yang dilakukan ketika membina spesifikasi sistem atau jumlah ralat yang dijumpai pada reka bentuk yang dibangunkan.

## **Metrik Perisian di dalam Kitar-hidup Perisian**

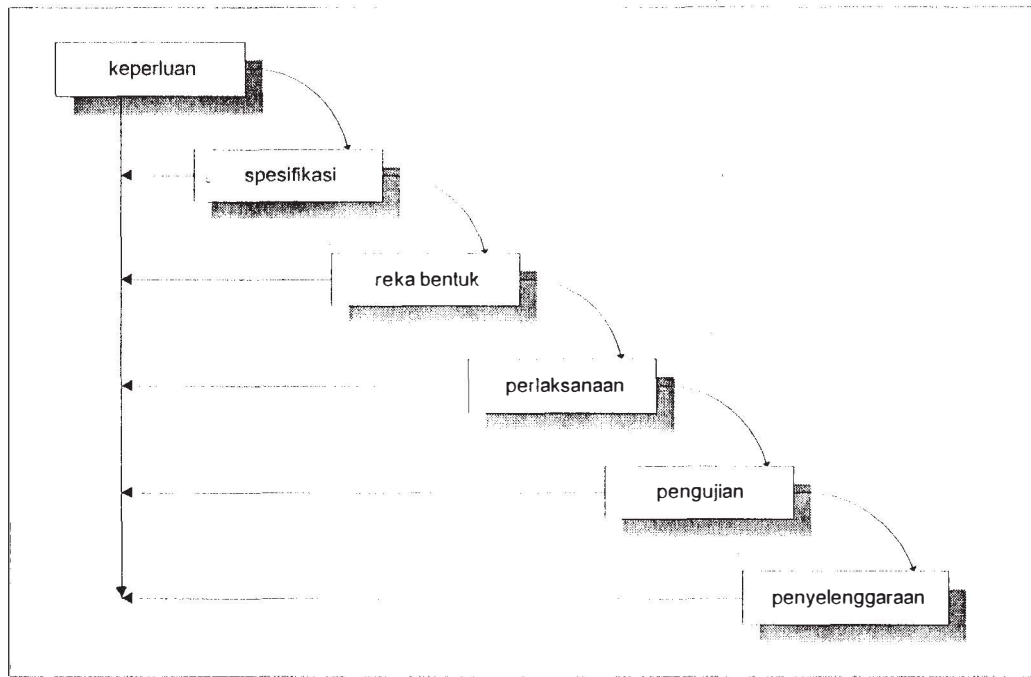
Proses perisian sering diterangkan sebagai suatu model kitaran-hidup. Secara amnya, proses perisian melibatkan gabungan satu atau lebih tugas yang diterangkan dengan dokumentasi. Susunan tugas diletakkan bersama untuk membentuk keseluruhan kitaran-hidup bagi perisian. Proses perisian biasanya mengandungi fasa-fasa berikut:-

- i. Keperluan - fasa ini melibatkan pengguna dan pembangun dalam mentakrifkan masalah yang hendak diselesaikan. Output utama daripada fasa ini ialah spesifikasi keperluan.

- ii. Spesifikasi - fasa ini akan memindahkan pernyataan masalah di dalam keperluan kepada satu dokumentasi yang menyatakan apa yang sistem perlu lakukan.
- iii. Reka bentuk - fasa ini menerangkan bagaimana sistem dilaksanakan dengan menterjemahkan dokumen spesifikasi kepada perwakilan yang memfokuskan seni bina sistem, data input dan output serta penerangan prosedur.
- iv. Pengkodan - fasa ini akan menterjemahkan dokumen reka bentuk kepada bentuk yang boleh dibaca oleh komputer. Ianya adalah dalam bentuk kod sumber yang ditulis di dalam bahasa pengaturcaraan contohnya Pascal, C atau COBOL.
- v. Pengujian - fasa ini akan menguji kod sumber yang telah dijanakan. Ia melibatkan dua aspek. Pertama, menentukan logik dalaman perisian diuji bagi memastikan ia mengikut reka bentuk. Kedua, menentukan fungsi luaran diuji supaya output sebenar yang diuji adalah sepadan dengan keputusan yang dijangkakan.
- vi. Penyelenggaraan - sebarang perubahan kepada perisian akan berlaku selepas ia sampai kepada pengguna. Perubahan ini timbul disebabkan adanya ralat, perubahan persekitaran pengoperasian atau terdapat permintaan fungsi yang lebih canggih.

Rajah 1 menunjukkan salah satu contoh model kitaran-hidup perisian iaitu model tradisional air terjun yang direka oleh Royce (Boehm, 1981). Model ini mengandaikan fasa-fasa mengikut jujukan dengan seragam dan berperingkat, walaupun secara praktikalnya fasa-fasa tersebut kadangkala bertindan. Model kitaran-hidup yang lain adalah model prototaip (Smith, 1991) dan model-V

(STARTS, 1989). Kedua-dua model ini mempunyai fasa-fasa yang lebih kurang sama dengan model tradisional tetapi ianya adalah lebih fleksibel.



Rajah 1 : Model Air Terjun Kitaran-hidup Perisian (Boehm, 1981)

Adalah menjadi satu kepentingan untuk mendirikan proses perisian dan mentakrifkan setiap fasa serta tugas-tugasnya dengan sejelas mungkin supaya metrik perisian boleh diterbitkan dengan tepat. Metrik perisian boleh diterbitkan daripada produk yang merupakan dokumen output daripada fasa-fasa.

Menurut Grady dan Caswell (1987), hasil terkini menunjukkan bahawa pelaksanaan dan penggunaan program metrik perisian yang teliti boleh membantu dalam mencapai keputusan pengurusan yang lebih baik sama ada bagi projek jangka pendek atau projek jangka panjang. Metrik perisian akan mengenal pasti dan



mengukur parameter-parameter penting yang boleh menjejaskan pembangunan perisian.

### **Pernyataan Masalah**

Pengukuran kualiti perisian adalah kajian yang penting di dalam bidang sains komputer. Walau bagaimanapun, kebanyakan kajian yang dilakukan adalah berdasarkan aturcara sumber. Model-model seperti McCabe dan Halstead telah menyediakan pengiraan-pengiraan untuk menilai kompleksiti, kos dan kebolehpercayaan kod perisian (Halstead, 1977). Pengukuran kualiti kod sumber mempunyai kelemahan iaitu ia cuma menekankan kepada satu aspek daripada keseluruhan kitar hidup sistem perisian sahaja.

Menurut Boehm (1976), pengukuran kualiti perisian mestilah mengambil kira setiap fasa di dalam kitar hidup perisian. Penekanan kepada dua fasa yang awal iaitu spesifikasi dan reka bentuk telah menunjukkan bahawa ia mampu menyediakan peningkatan yang bermakna di dalam kualiti perisian di samping pengurangan kosnya. Pembangun perisian boleh membuat pilihan reka bentuk yang lebih baik dengan mengubahsuai spesifikasi atau reka bentuk bagi mengelakkan masalah yang mungkin timbul pada produk akhir. Secara tidak langsung ianya boleh menjimatkan masa, kos dan tenaga pembangunan perisian.