

# PENGUJIAN BERBASIS *Behavior Specification*

MUHAMMAD DIPO PUTRA WANDARA—2016730091

## 1 Data Skripsi

Pembimbing utama/tunggal: **Raymond Chandra Putra**

Pembimbing pendamping: -

Kode Topik : **RCP4702**

Topik ini sudah dikerjakan selama : **2 semester**

Pengambilan pertama kali topik ini pada : Semester **47 - Genap 19/20**

Pengambilan pertama kali topik ini di kuliah : **Skripsi 1**

Tipe Laporan : **C -** Dokumen pendukung untuk **pengambilan ke-2 di Skripsi 2**

## 2 Latar Belakang

Pengujian perangkat lunak merupakan salah satu tahapan dari *software development life cycle*. *Software Development Life Cycle* (SDLC) merupakan metodologi dari pengembangan perangkat lunak, metode ini dibagi menjadi beberapa fase seperti *analysis*, *design*, *coding*, *testing*, *installation* dan *maintenance*. Pengujian perangkat lunak adalah proses untuk mencari kesalahan pada setiap komponen perangkat lunak, mencatat hasilnya, mengevaluasi setiap aspek pada setiap komponen dan mengevaluasi fitur-fitur dari perangkat lunak yang akan dikembangkan. Pengujian pada perangkat lunak merupakan tahapan yang wajib dilakukan sebelum perangkat lunak tersebut digunakan, agar memastikan sudah tidak ada kesalahan/*bug* pada perangkat lunak yang sedang dikembangkan. Pengujian perangkat lunak memakan sumberdaya yang berat, baik itu waktu maupun tenaga kerja, karena untuk melakukan pengujian perangkat lunak dibutuhkan pengembang dengan keahlian *Software Quality Assurance* (SQA). SQA yang bertanggung jawab untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang sedang dikembangkan bebas dari *bug* agar siap untuk dirilis dan digunakan oleh pengguna.

Pengujian perangkat lunak memiliki beberapa tahapan, yaitu:

- *Unit Test* : Tes komponen secara individu.
- *Integration Test* : Tes komponen yang sudah terintegrasi.
- *System Test* : Tes keseluruhan sistem.
- *Acceptance Test* : Tes sistem akhir.

Kita akan membahas tentang *unit testing*, *unit testing* merupakan tahapan pertama dari pengujian perangkat lunak. *Unit Testing* adalah proses pengujian bagian kode secara individu, suatu komponen, untuk menentukan apakah kode tersebut berfungsi dengan semestinya. Salah satu teknik untuk membuat *unit testing* yaitu dengan *code generation*. *Code generation* adalah teknik membuat suatu program yang membuat program lain. Menggunakan *code generation* untuk *unit testing* membuatnya dapat digunakan dalam jangka yang panjang.

Salah satu teknik pengembangan perangkat lunak ialah *Test-Driven Development* (TDD). Test-Driven Development (TDD) adalah praktik pengembangan yang menggunakan *unit test* untuk menentukan, merancang, dan memverifikasi kode yang akan ditulis. Sebelum menerapkan fungsionalitas, pengembang menulis *unit test* yang sengaja digagalkan untuk menunjukkan bagaimana fungsi ini seharusnya bekerja. Pada saat yang sama, pengujian gagal ini juga membuktikan bahwa implementasi saat ini belum mendukung fungsionalitas yang baru. Baru setelah itu pengembang menulis kode program. Setelah *unit testing* berlalu,

pengembang tahu bahwa fungsionalitas telah berhasil diimplementasikan. Pada tahap ini, mereka dapat meninjau kode mereka untuk merapikan dan menyempurnakan desain. Ada satu lagi teknik pengembangan perangkat lunak, yang dianggap para ahli memiliki kelebihan yang TDD tidak miliki, yaitu *Behaviour-Driven Development*(BDD).

*Behaviour-Driven Development*(BDD) merupakan pengembangan dari TDD untuk menyelesaikan masalah yang ada pada TDD. BDD adalah seperangkat praktik rekayasa perangkat lunak yang dirancang untuk membantu tim membangun dan memberikan perangkat lunak yang memfasilitasi komunikasi antara anggota tim proyek dan pemangku kepentingan bisnis.

Prinsip inti dari BDD adalah "orang bisnis dan teknologi harus merujuk ke sistem yang sama dengan cara yang sama". Berbeda dengan TDD yang berpatokan pada tes untuk pengembang lebih jauh program yang akan digunakan, BDD berpatokan pada keinginan *stakeholder* untuk mengembangkan programnya. Untuk mencapai kesepakatan antara pengembang dan *stakeholder*, maka dibutuhkan *language* untuk menspesifikasikan *behaviour* sebuah sistem agar kedua pihak paham, dan dapat mewujudkan hal berikut:

- *Stakeholder* untuk menentukan persyaratan dari perspektif bisnis.
- Analis bisnis untuk melampirkan contoh konkret (skenario atau *acceptance tests*) yang menjelaskan *behaviour* sistem.
- Pengembang untuk mengimplementasikan *behaviour* sistem yang diperlukan secara TDD.

Pengujian dengan basis *behaviour specification* akan berfokus kepada hal yang *stakeholder* harapkan pada suatu sistem dengan *behaviour* yang sudah di spesifikasikan. Pengujian akan berawal dengan membuat *scenario* yang berisi:

1. *Context/Starting state* : Posisi awal sistem sebelum terjadinya suatu *event*.
2. *Event* : *Task* yang dilakukan oleh pengguna pada sistem.
3. *Outcome* : Hasil yang diharapkan dari sistem.

Pengembang akan menjadikan *scenario* sebagai patokan dasar bekerjanya suatu sistem, dan akan melakukan pengujian berbasis *scenario*. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem sudah bekerja sesuai apa yang *stakeholder* harapkan, dan jika *scenario* berhasil dilakukan, maka sistem sudah siap untuk digunakan.

Pada skripsi ini akan dibangun sebuah perangkat pengujian yang mengimplementasi *behaviour specification* untuk menguji sebuah perangkat lunak.

### 3 Rumusan Masalah

- Bagaimana cara kerja pengujian berbasis *behavior specification*?
- Bagaimana implementasi perangkat lunak yang dapat menguji program berbasis *behavior specification* ?

### 4 Tujuan

- Mempelajari cara kerja pengujian berbasis *behaviour specification*
- Menghasilkan perangkat penguji yang dapat menguji sebuah perangkat lunak berbasiskan *behaviour specification*.

## 5 Detail Perkembangan Pengerjaan Skripsi

Detail bagian pekerjaan skripsi sesuai dengan rencana kerja/laporan perkembangan terakhir :

1. **Studi literatur mengenai pengujian perangkat lunak, *unit testing*, dan *behaviour specification***

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Studi literatur telah dilakukan dengan membaca berbagai buku yang berkaitan dengan pengujian perangkat, *unit testing*, dan *behaviour specification*. Buku yang digunakan untuk referensi yaitu *Software Testing: A Craftsman's Approach, Fourth Edition*, *Software Testing and Continuous Quality Improvement, Third Edition*, *Testing Python: Applying Unit Testing, TDD, BDD and Acceptance Testing*, *BDD in Action: Behavior-Driven Development for the whole software lifecycle*, *Software Testing and Quality Assurance Theory and Practice*, dan *The Journal of Systems & Software*.

### Pengujian Perangkat Lunak

Pandangan umum pengujian perangkat lunak adalah bahwa kegiatan ini adalah untuk menemukan *bug*. Tujuan pengujian perangkat lunak adalah untuk memenuhi syarat kualitas program perangkat lunak dengan mengukur atribut dan kemampuannya terhadap ekspektasi dan standar yang berlaku. Pengujian perangkat lunak juga menyediakan informasi berharga untuk upaya pengembangan perangkat lunak.

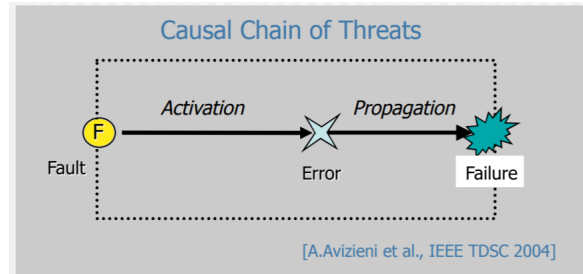
Semua orang ingin perangkat lunak yang memiliki kualitas tinggi. Manajer tahu bahwa mereka menginginkan kualitas tinggi, pengembangan perangkat lunak tahu mereka ingin menghasilkan produk yang berkualitas, dan pengguna bersikeras bahwa perangkat lunak bekerja secara konsisten dan dapat diandalkan.

Banyak kelompok kualitas perangkat lunak mengembangkan *software quality assurance plan*, dimana hal itu sama dengan *test plans*. Rencana jaminan kualitas perangkat lunak dapat mencakup berbagai kegiatan di luar yang termasuk dalam rencana tes. *Quality assurance plan* mencakup keseluruhan kualitas, rencana pengujian adalah salah satu alat kontrol kualitas dari rencana jaminan kualitas.

Pada pembahasan pengujian perangkat lunak, ada *term* yang biasa digunakan, yaitu:

- **Error** — Orang membuat *error*. Sinonim yang baik adalah *mistake*. Ketika orang membuat *error* saat melakukan *coding*, kami menyebut *error* ini *bug*. *Error* cenderung menyebar; *requirements error* dapat diperbesar selama proses desain dan lebih diperkuat lagi selama pengkodean.
- **Fault** — *Fault* adalah hasil dari *error*. Lebih tepat untuk mengatakan bahwa *fault* adalah representasi dari *error*, di mana representasi adalah mode ekspresi, seperti teks naratif, diagram Bahasa Pemodelan Bersatu, diagram hierarki, dan kode sumber. *Defect* adalah sinonim yang baik untuk *fault*, sama juga seperti *bug*. *Fault* bisa sulit dipahami. *Error* yang disebabkan oleh kelalaian menghasilkan *fault* di mana ada sesuatu yang hilang yang seharusnya ada di dalam representasi.
- **Failure** — *Failure* terjadi ketika kode yang sesuai dengan *fault* dijalankan. Dua kehalusan muncul di sini: satu adalah bahwa *failure* hanya terjadi dalam representasi yang dapat dieksekusi, yang biasanya dianggap sebagai kode sumber, atau lebih tepatnya, kode objek yang dimuat; kehalusan kedua adalah bahwa definisi ini hanya mengaitkan *failure* dengan *fault* komisi.
- **Incident** — Ketika *failure* terjadi, itu mungkin atau mungkin tidak mudah terlihat oleh pengguna (atau pelanggan atau penguji). Suatu *incident* adalah gejala yang terkait dengan *failure* yang memberi tahu pengguna tentang terjadinya *failure*.

- **Test** — *Testing* jelas berkaitan dengan *errors, faults, failures, and incidents*. *Test* adalah tindakan melatih perangkat lunak dengan *test case*. *Test* memiliki dua tujuan berbeda: untuk menemukan *failures* atau untuk menunjukkan eksekusi yang benar.
- **Test case** — *Test case* memiliki identitas dan dikaitkan dengan perilaku program. Ini juga memiliki serangkaian input dan output yang diharapkan.



Gambar 1: Rantai ancaman.

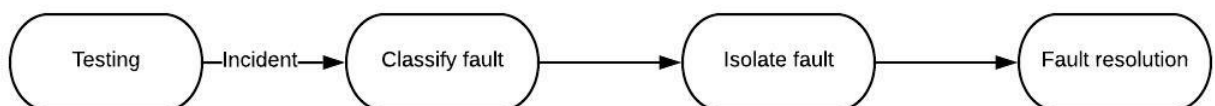
Gambar 2 menggambarkan model siklus hidup untuk pengujian. Perhatikan bahwa, dalam fase pengembangan, tiga peluang muncul untuk membuat *error*, yang menghasilkan *fault* yang dapat menyebar melalui proses *development*. Langkah resolusi *fault* adalah kesempatan lain untuk *error* (dan *fault* baru). Ketika suatu perbaikan menyebabkan perangkat lunak yang sebelumnya benar untuk berperilaku salah, perbaikannya kurang.

Dari urutan *term* ini, dapat dilihat bahwa *test case* menempati posisi sentral dalam pengujian. Proses pengujian dapat dibagi lagi menjadi langkah-langkah terpisah: *test planning*, *test case development*, menjalankan *test case*, dan mengevaluasi hasil pengujian. Untuk *test case* ada tiga pendekatan mendasar digunakan untuk mengidentifikasi *test case*, yaitu:

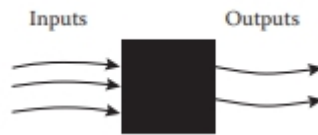
- *Specification-Based/Black-box*
- *Code-Based/White-box*
- *Grey-box*

### ***Specification-Based/Black-box Testing***

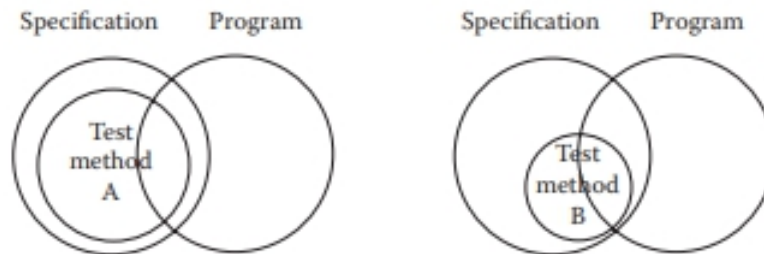
Alasan bahwa pengujian berbasis spesifikasi pada awalnya disebut *functional testing* adalah bahwa setiap program dapat dianggap sebagai fungsi yang memetakan nilai dari domain input ke nilai dalam rentang outputnya. Gagasan ini umumnya digunakan dalam *engineering*, ketika suatu sistem dianggap sebagai *black box*. Ini mengarah pada istilah sinonim lainnya — pengujian *black-box*, di mana konten (implementasi) kotak hitam tidak diketahui, dan fungsi kotak hitam dipahami sepenuhnya dalam hal input dan outputnya (lihat Gambar 3). Sering kali, pengujian beroperasi sangat efektif dengan pengetahuan *black box*; pada kenyataannya, ini adalah pusat orientasi objek. Sebagai contoh, kebanyakan orang berhasil mengoperasikan mobil dengan hanya pengetahuan "*black box*".



Gambar 2: Siklus hidup pengujian.



Gambar 3: Engineer's black box.



Gambar 4: Comparing specification-based test case identification methods

Dengan pendekatan berbasis spesifikasi untuk menguji identifikasi kasus, satu-satunya informasi yang digunakan adalah spesifikasi perangkat lunak. Oleh karena itu, *test case* memiliki dua keunggulan berbeda:

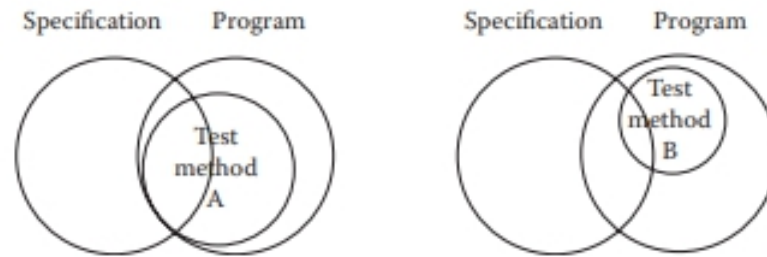
- (a) Tidak tergantung pada bagaimana perangkat lunak diimplementasikan, jadi jika implementasi berubah, *test case* masih berguna.
- (b) Pengembangan *test case* dapat terjadi secara paralel dengan implementasi, sehingga mengurangi keseluruhan interval pengembangan proyek.

Di sisi negatif, kasus uji berbasis spesifikasi sering mengalami dua masalah, reduksi yang signifikan ada di antara kasus uji, dan diperparah oleh kemungkinan kesenjangan perangkat lunak yang tidak diuji.

Gambar 4 menunjukkan hasil *test case* yang diidentifikasi oleh dua metode berbasis spesifikasi. Metode A mengidentifikasi serangkaian kasus uji yang lebih besar daripada metode B. Perhatikan bahwa, untuk kedua metode, rangkaian kasus uji sepenuhnya terkandung dalam rangkaian perilaku tertentu. Karena metode berbasis spesifikasi didasarkan pada perilaku yang ditentukan, sulit untuk membayangkan metode ini mengidentifikasi perilaku yang tidak ditentukan. *Code-Based/White-box Testing* adalah pendekatan mendasar lainnya untuk menguji *test case*. Untuk membandingkannya dengan pengujian *black box*, kadang-kadang disebut pengujian *white box* (atau bahkan *clear box*). Metafora *clear box* mungkin lebih tepat karena perbedaan mendasar adalah bahwa implementasi (*black box*) diketahui dan digunakan untuk mengidentifikasi *test case*. Kemampuan untuk "melihat ke dalam" *black box* memungkinkan tester untuk mengidentifikasi *test case* berdasarkan bagaimana fungsi tersebut benar-benar dijalankan.

### *Code-Based/White-box Testing*

Pengujian berbasis kode telah menjadi subjek dari beberapa teori yang cukup kuat. Dengan konsep-konsep ini, tester dapat dengan ketat menggambarkan dengan tepat apa yang akan diuji. Karena dasar teorinya yang kuat, pengujian berbasis kode cocok untuk menjadi definisi dan penggunaan *test coverage metrics*. *Test coverage metrics* menyediakan cara untuk secara eksplisit menyatakan sejauh mana *item* perangkat lunak telah diuji, dan ini pada gilirannya membuat manajemen pengujian lebih

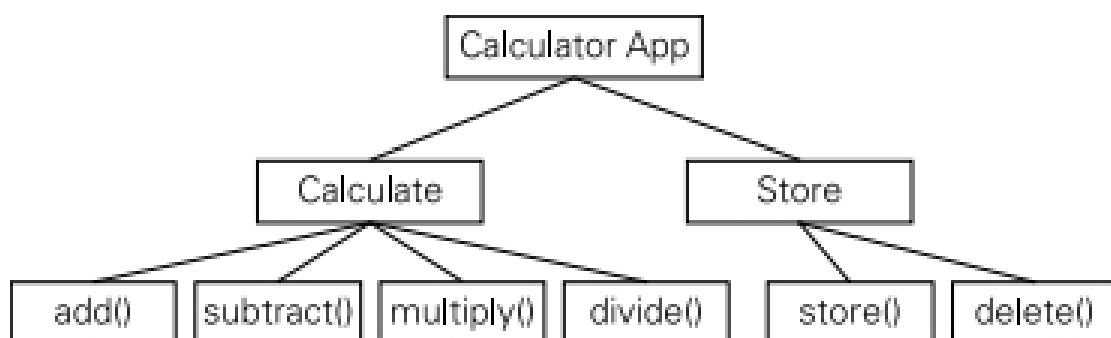


Gambar 5: Comparing code-based test case identification methods.

jas. Gambar 5 menunjukkan hasil *test case* yang diidentifikasi oleh dua metode berbasis kode. Seperti sebelumnya, metode A mengidentifikasi satu set kasus uji yang lebih besar daripada metode B. Apakah satu set kasus uji yang lebih besar tentu lebih baik? Ini adalah pertanyaan yang bagus, dan pengujian berbasis kode menyediakan cara-cara penting untuk mengembangkan jawaban. Perhatikan bahwa, untuk kedua metode, himpunan kasus uji sepenuhnya terkandung dalam himpunan perilaku yang diprogram. Karena metode berbasis kode didasarkan pada program, sulit membayangkan metode ini mengidentifikasi perilaku yang tidak diprogram. Sangat mudah untuk membayangkan, bagaimanapun, bahwa serangkaian kasus uji berbasis kode relatif kecil sehubungan dengan perilaku lengkap yang diprogram.

## Unit Testing

Tahap paling dalam pada pengujian perangkat lunak adalah *unit testing*. Dalam *unit testing*, kita menguji setiap unit kode secara individu, biasanya sebuah *method*, dalam isolasi untuk melihat apakah jika diberikan suatu kondisi tertentu, apakah respons yang didapat akan sama dengan yang diharapkan (lihat Gambar 7). Memecah pengujian ke tingkat dasar memberi keyakinan bahwa setiap bagian dari aplikasi akan berperilaku seperti yang diharapkan dan memungkinkan untuk menutupi kasus di mana hal yang tidak terduga terjadi dan dapat ditangani dengan cara yang tepat.



Gambar 6: Contoh struktur aplikasi yang menunjukkan kelas dan method. Method adalah "unit" yang akan diuji.

Pada contoh diatas, *method* yang disorot adalah unit individual dari aplikasi ini yang perlu diuji. *Method* pada kelas *Calculator* berfungsi seperti yang diharapkan, maka kita yakin bahwa fitur-fitur aplikasi *Calculator* tersebut telah berjalan sesuai harapan.

Misalnya, kita ingin menguji apakah hasil dari *method* dengan dua angka benar-benar menambahkannya untuk menghasilkan jumlah yang benar. Memecah kode menjadi *unit-unit* ini membuat proses pengujian lebih mudah. Saat berurusan dengan *unit* kecil dari sebuah aplikasi, kita memiliki pemahaman yang jelas tentang cara kerja unit tersebut dan hal-hal yang memungkinkan untuk salah pada potongan kode tertentu, sehingga memungkinkan untuk menutupi *unit* dengan tes yang sesuai.

Selain itu, saat melakukan pengujian dengan cara ini biasanya jelas jika kita telah memecah kode menjadi unit-unit. Jika harus menulis banyak tes berbeda untuk mencakup semua kemungkinan berbeda yang dapat dilalui *method* ini, *method* tersebut mungkin terlalu besar dan harus dipertimbangkan untuk melakukan *refactoring* menjadi dua metode atau lebih dengan tanggung jawab yang sama. Sebaliknya, mungkin ada kasus di mana *method* terlalu sederhana dan dapat dikombinasikan dengan beberapa fungsi lain untuk membuat *method* yang lebih berguna. Sebagai seorang *programmer* yang berpengalaman, kita harus mulai merasakan metode mana yang sudah "berukuran" baik dan mana yang tidak. Sepuluh baris sering merupakan aturan praktis yang baik untuk diikuti. Sebagai programmer yang baik, kita harus berusaha untuk memberikan kode yang paling mudah dibaca.

Tes yang ditulis adalah cerita yang menjelaskan kode dari sebuah program. Apa yang ingin dibaca atau dilihat ketika pertama kali membaca kode dan mencoba memahami apa fungsinya? Konvensi penamaan variabel yang jelas, ringkas, nama kelas, nama file, dan tes dapat membantu membuat kode lebih mudah dipelihara untuk orang lain.

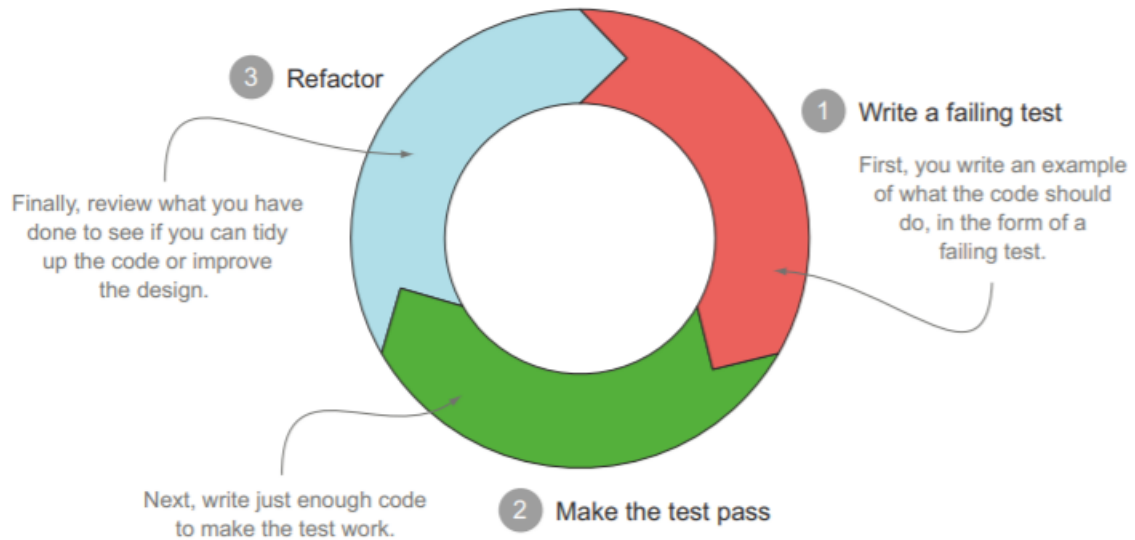
## *Behaviour-Driven Development*

Behavior-Driven Development (BDD) adalah seperangkat praktik rekayasa perangkat lunak yang dirancang untuk membantu tim membangun dan memberikan perangkat lunak yang lebih bernilai dan berkualitas lebih cepat. Ini mengacu pada *agile* dan *lean practices* termasuk, khususnya, *Test-Driven Development* (TDD) dan *Domain-Driven Design* (DDD). Tetapi yang paling penting, BDD menyediakan bahasa umum berdasarkan kalimat-kalimat sederhana dan terstruktur yang diekspresikan dalam bahasa Inggris (atau dalam bahasa asli para pemangku kepentingan) yang memfasilitasi komunikasi antara anggota tim proyek dan pemangku kepentingan bisnis.

Untuk lebih memahami cara kerja BDD, dengan BDD yang hasil pengembangan dari TDD, kita harus membahas sedikit tentang TDD. Test-Driven Development (TDD) adalah praktik pengembangan yang menggunakan *unit test* untuk menentukan, merancang, dan memverifikasi kode yang akan ditulis. Sebelum menerapkan fungsionalitas, pengembang menulis *unit test* yang sengaja digagalkan untuk menunjukkan bagaimana fungsi ini seharusnya bekerja. Pada saat yang sama, pengujian gagal ini juga membuktikan bahwa implementasi saat ini belum mendukung fungsionalitas yang baru. Baru setelah itu pengembang menulis kode program. Setelah *unit testing* berlalu, pengembang tahu bahwa fungsionalitas telah berhasil diimplementasikan. Pada tahap ini, mereka dapat meninjau kode mereka untuk merapikan dan menyempurnakan desain.

BDD pada awalnya dirancang sebagai versi perbaikan TDD. BDD awalnya ditemukan oleh Dan North pada awal hingga pertengahan 2000-an sebagai cara yang lebih mudah untuk mengajar dan mempraktikkan Test-Driven Development (TDD). TDD, ditemukan oleh Kent Beck pada awal munculnya *Agile Development*, itu adalah teknik efektif yang menggunakan *unit test* untuk menentukan, merancang, dan memverifikasi kode program.

Ketika pengguna TDD perlu mengimplementasikan fitur, mereka terlebih dahulu menulis tes gagal yang menjelaskan, atau menentukan fitur itu. Selanjutnya, mereka menulis kode yang cukup untuk lulus melakukan tes kode. Akhirnya, mereka memperbaiki kode untuk membantu memastikan bahwa kode itu akan mudah dirawat (lihat gambar 6). Teknik sederhana namun kuat ini mendorong pengembang



Gambar 7: Test-Driven Development three-phase cycle

untuk menulis kode yang lebih bersih, dirancang lebih baik, lebih mudah dirawat dan menghasilkan jumlah kecacatan kode yang jauh lebih rendah.

Terlepas dari kelebihanannya, banyak orang masih kesulitan mengadopsi dan menggunakan TDD secara efektif. Pengembang sering mengalami kesulitan mengetahui di mana harus memulai atau tes apa yang harus mereka tulis selanjutnya. Terkadang TDD dapat menyebabkan pengembang menjadi terlalu fokus pada detail, kehilangan gambaran yang lebih luas tentang tujuan bisnis yang seharusnya mereka terapkan. Beberapa tim juga menemukan bahwa sejumlah besar *unit test* dapat menjadi sulit untuk dipertahankan karena ukuran proyek bertambah.

Faktanya, banyak *unit testing* tradisional, ditulis dengan atau tanpa TDD, secara erat digabungkan dengan implementasi kode tertentu. Mereka fokus pada metode atau fungsi yang mereka uji, bukan pada apa yang harus dilakukan kode dalam bisnis *term*.

BDD juga berfungsi dengan baik untuk *requirements analysis*. Bekerja dengan rekan analis bisnis Chris Matts, North mulai menerapkan apa yang telah ia pelajari ke ruang *requirements analysis*. Eric Evans memperkenalkan gagasan *Domain-Driven Design*, yang mempromosikan penggunaan bahasa yang dapat dimengerti dimanapun agar dapat dipahami oleh orang dari sisi bisnis untuk menggambarkan dan memodelkan suatu sistem. Visi North dan Matts adalah untuk menciptakan bahasa untuk dimengerti oleh siapapun yang dapat digunakan oleh analis bisnis untuk mendefinisikan persyaratan secara jelas, dan itu juga dapat dengan mudah diubah menjadi *acceptance tests* yang otomatis. Untuk mengimplementasikan visi ini, mereka mulai mengekspresikan *acceptance criteria* untuk *user stories* dalam bentuk contoh yang terstruktur, yang dikenal sebagai "skenario," seperti ini:

`Given a customer has a current account`

`When the customer transfers funds from this account to an overseas account`

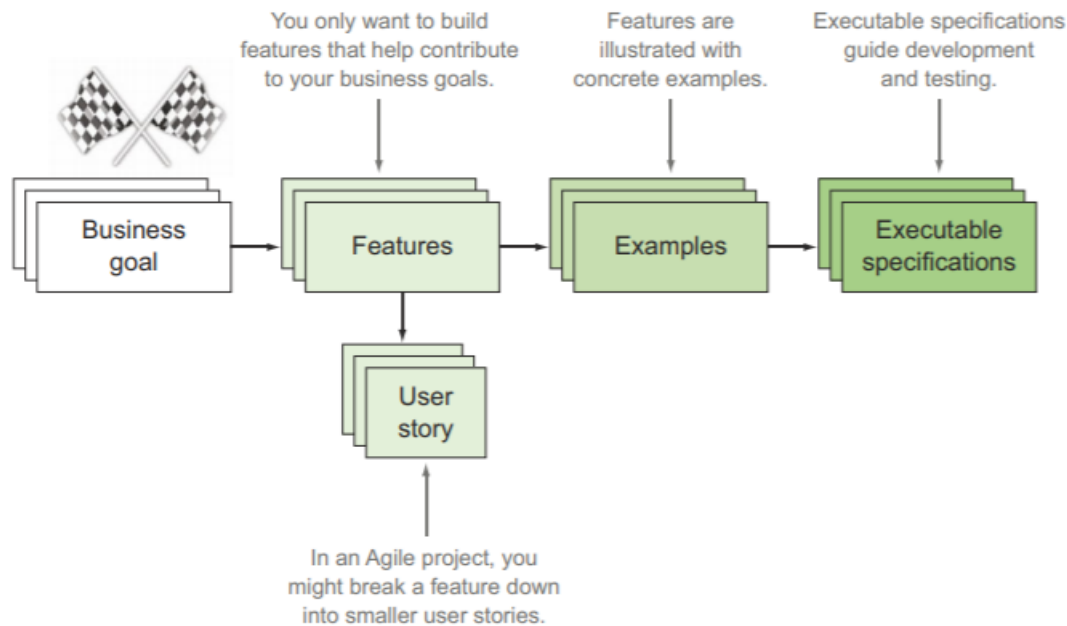
`Then the funds should be deposited in the overseas account`

`And the transaction fee should be deducted from the current account`

*Keyword* dari skenario yaitu *Given*, *When* dan *Then*, makna dari masing-masing *keyword* ialah:

- *Given* menjelaskan prekondisi untuk skenario dan mempersiapkan *environment* untuk tes.
- *When* menjelaskan tindakan yang sedang dilakukan pada tes.
- *Then* menjelaskan hasil yang diharapkan.





Gambar 8: Examples play a primary role in BDD, helping everyone understand the requirements more clearly

- *And* dan *But* bisa digunakan untuk menggabungkan beberapa dari *keyword* diatas.

Pemilik bisnis dapat dengan mudah memahami skenario yang ditulis seperti ini. Ini memberikan tujuan yang jelas dan objektif untuk setiap cerita dalam hal apa yang perlu dikembangkan dan apa yang perlu diuji.

Notasi ini akhirnya berkembang menjadi bentuk yang umum digunakan, dan sering disebut sebagai Gherkin. Dengan *tools* yang tepat, skenario yang ditulis dalam formulir ini dapat diubah menjadi *acceptance criteria* yang otomatis dan dapat dieksekusi secara otomatis juga kapanpun diperlukan.

Ketika sebuah tim yang mempraktikkan BDD memutuskan untuk mengimplementasikan sebuah fitur, mereka bekerja bersama dengan pengguna dan *stakeholders* lainnya untuk mendefinisikan *user stories* dan skenario tentang apa yang diharapkan oleh pengguna untuk diberikan oleh fitur ini. Secara khusus, para pengguna membantu mendefinisikan sekumpulan contoh konkret yang menggambarkan *key outcome* dari fitur tersebut. (Lihat Gambar 8)

*Examples* ini menggunakan kosakata umum dan dapat dengan mudah dipahami oleh pengguna dan anggota tim pengembang. Mereka biasanya diekspresikan menggunakan Notasi *Given ... When ... Then* yang sama seperti contoh tadi diatas. Misalnya, contoh sederhana yang menggambarkan fitur "*Transfer funds between a client's accounts*" mungkin terlihat seperti ini:

Scenario: Transferring money to a savings account

Given I have a current account with 1000.00

And I have a savings account with 2000.00

When I transfer 500.00 from my current account to my savings account

Then I should have 500.00 in my current account

And I should have 2500.00 in my savings account

*Examples* memainkan peran utama dalam BDD, hanya karena mereka adalah cara yang sangat efektif untuk mengkomunikasikan persyaratan yang jelas, tepat, dan tidak ambigu. Spesifikasi yang ditulis dalam bahasa alami, ternyata, merupakan cara komunikasi yang sangat buruk, karena ada begitu

banyak ruang untuk ambiguitas, asumsi, dan kesalahpahaman. Contohnya adalah cara yang bagus untuk mengatasi keterbatasan ini dan mengklarifikasi persyaratan. *Examples* adalah cara yang bagus untuk mengatasi keterbatasan ini dan mengklarifikasi persyaratan.

## Code Coverage

*Code Coverage* adalah metrik yang digunakan untuk mengkarakterisasi tingkat di mana beberapa kode aplikasi telah dieksekusi setelah dilakukannya tes. Ini dihitung dengan hasil berbentuk persentase, dihitung dengan pembagian  $\frac{Code_{exec}}{Code_{region}}$ , menunjukkan jumlah kode sumber yang sudah dieksekusi ( $Code_{exec}$ ) berkenaan dengan jumlah total kode sumber yang harus dilakukan ( $Code_{region}$ ).

Semakin tinggi *code coverage*-nya, semakin besar jumlah kode yang dikerjakan selama eksekusi pengujian sehubungan dengan *region* kode yang diuji. Meskipun telah ditunjukkan bahwa cakupan kode yang tinggi tidak selalu berarti deteksi *bug* yang tinggi. Namun, tidak mungkin untuk mengatakan apapun tentang area kode yang tidak pernah dijalankan. Dengan demikian, *code coverage* yang digunakan sebagai relatif *measure* berfungsi sebagai indikator yang cocok untuk pengujian yang baik.

Secara umum, *code coverage* dilakukan dengan menginstruksikan kode aplikasi dan kemudian memperoleh data cakupan dari bagian instrumentasi. Ada beberapa alat yang menyediakan informasi seperti itu, misalnya, JaCoCo4. Namun, dalam beberapa konteks, peneliti tidak diizinkan untuk melakukan instrumentasi, karena pengujian tidak dilakukan di tingkat pengembangan. Dalam kasus seperti itu, hanya mungkin untuk melakukan proses pemantauan yang tidak perlu memodifikasi aplikasi yang sudah dikompilasi. Untuk Android, kami menggunakan *ddmlib5 tracer* untuk melihat ketika metode dipanggil saat melakukan eksekusi *test case*.

Ada beberapa kriteria untuk melakukan *code coverage*, yaitu :

- *Statement Coverage* — Mengeksekusi pernyataan program secara individual dan mengamati semua hasilnya. *Statement coverage* 100% berarti semua pernyataan telah dieksekusi sedikitnya satu kali.
- *Branch Coverage* — Mengeksekusi *branch* yang ada pada *statement* program. *Branch coverage* 100% berarti semua *branch* yang ada di program sudah berhasil dieksekusi sedikitnya satu kali.
- *Condition coverage* — Mengeksekusi semua kondisi yang ada pada *statement* kode program. *Condition coverage* 100% berarti semua kemungkinan kombinasi nilai dari kondisi yang mempengaruhi jalur telah dieksplorasi dalam pengujian.
- *Branch&Condition Coverage* — Gabungan dari *branch coverage* dan juga *condition coverage*.
- *Path Coverage* — Mengeksekusi semua kemungkinan kombinasi pada kode program, bisa dibilang ini gabungan semua dari kriteria sebelumnya. *Path coverage* 100% berarti semua kode pada program sudah berhasil dieksekusi dan semua kemungkinan kode program sudah berhasil dilewati setidaknya satu kali.

## 2. Melakukan eksplorasi perangkat lunak

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Melakukan eksplorasi perangkat lunak sudah dilakukan dengan membaca buku tentang behaviour-driven development, behaviour specification dan melihat cara kerja perangkat lunak yang menggunakan BDD sebagai dasar sistemnya.

Perangkat lunak yang menggunakan BDD sebagai dasar rata-rata menggunakan format Gherkin yang digunakan untuk merancang sebuah sistem, dimana Gherkin dirancang/dibuat oleh *stakeholder* dan

dari situ tim pengembang akan membuat sistem berpatokan dari Gherkin yang sudah dibuat oleh *stakeholder*.

Perangkat lunak akan menerima input teks dengan format Gherkin sebagai berikut:

- **Given** menjelaskan prekondisi untuk skenario dan mempersiapkan *environment* untuk tes.
- **When** menjelaskan tindakan yang sedang dilakukan pada tes.
- **Then** menjelaskan hasil yang diharapkan.
- **And** dan **But** bisa digunakan untuk menggabungkan beberapa dari *keyword* diatas.

Dari *keywords* yang ditebalkan tersebut akan digunakan sebagai kunci oleh perangkat lunak untuk melakukan sesuatu. Contoh dengan skenario:

Scenario: Buying a single product

Given there is a Playstation 4, which cost \$250

When I add the Playstation 4 to the basket

Then I should have 1 product in the basket

And the overall basket price should be\$250

*Given* pada skenario diatas merupakan parameter dari sebuah *method* pada perangkat lunak, *When* disitu merupakan cara kerja/nama *method* (karena nama *method* melambangkan isi dari *method* itu sendiri), *Then* merupakan hasil yang diharapkan dari *method* dan yang terakhir *And* tambahan untuk hasil *Then*.

### 3. Menganalisis kebutuhan perangkat lunak

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Menganalisis kebutuhan perangkat lunak sudah dilakukan dengan mencari berbagai program pengujian perangkat lunak dan *tools* apa yang digunakan. Buku yang digunakan untuk referensi yaitu *Beginning HTML with CSS and XHTML: Modern Guide and Reference*, *PHP and MySQL Manual*, dan *CodeIgniter 1.7 Professional Development*

## HTML

HyperText Markup Language (HTML) adalah bahasa pengkodean komputer yang digunakan untuk mengubah teks biasa menjadi teks aktif untuk ditampilkan dan digunakan di web dan juga untuk memberikan teks biasa, tidak terstruktur, jenis struktur yang diandalkan manusia untuk membacanya. Tanpa semacam struktur yang digunakan pada html, teks biasa hanya akan berjalan bersama tanpa apapun untuk membedakan satu untaian kata dari yang lain.

HTML terdiri dari penanda yang dikodekan yang disebut *tag* yang mengelilingi dan membedakan bit teks, yang menunjukkan fungsi dan tujuan dari teks yang diberi tag. Tag tertanam secara langsung dalam dokumen teks biasa di mana mereka dapat diinterpretasikan oleh perangkat lunak komputer. Tag HTML menunjukkan sifat sebagian konten dan memberikan informasi penting tentangnya. Tag berdiri sendiri tidak ditampilkan dan berbeda dari konten yang sebenarnya mereka sampaikan.

## PHP

PHP (PHP Hypertext Pre-processor) adalah bahasa scripting yang disematkan HyperText Markup Language (HTML). Tujuan dari bahasa ini adalah untuk memungkinkan pembangunan halaman Web dinamis dengan cepat dan mudah. PHP bekerja bersama dengan server web dan dapat digunakan dengan berbagai sistem operasi, termasuk Microsoft Windows dan UNIX.

PHP tertanam dalam dokumen HTML dengan tag awal dan akhir khusus yang memungkinkan untuk keluar dan masuk dari PHP. Ini memberikan waktu tampilan halaman yang cepat, keamanan tinggi dan transparansi bagi pengguna. Dengan PHP kita dapat memperoleh semua yang dapat dicapai dengan menulis aplikasi terpisah, seperti membuat halaman web yang dinamis, pemrosesan formulir dan penanganan file.

Sintaks PHP mirip dengan bahasa pemrograman C, C++ dan Java. Jika memiliki pengetahuan tentang bahasa-bahasa ini, maka akan menemukan bahwa bahasa PHP sangat akrab. PHP sederhana dan mudah untuk dipahami, jangan takut untuk mempelajari bahasa ini.

Salah satu fasilitas terpenting dan terkuat dari PHP adalah kemampuannya untuk berinteraksi dengan berbagai macam basis data. Lebih dari 20 basis data yang berbeda saat ini didukung, memungkinkan pengembang PHP untuk membuat halaman Web dengan basis data yang mudah.

CodeIgniter adalah *framework* aplikasi web yang bersifat *open source* untuk bahasa PHP. CodeIgniter memiliki banyak fitur yang membuatnya menonjol dari *framework* lainnya. Tidak seperti beberapa *framework* PHP lain yang, dokumentasinya sangat menyeluruh dan lengkap, mencakup setiap aspek *framework*.

Di sisi pemrograman, CodeIgniter kompatibel dengan PHP4 dan PHP5, sehingga akan berjalan di sebagian besar web host di luar sana. CodeIgniter juga menggunakan pola desain *Model View Controller* (MVC), yang merupakan cara untuk mengatur aplikasi Anda menjadi tiga bagian berbeda: *model* — lapisan abstraksi basis data, *view* — file tampilan depan, dan *control* — logika bisnis aplikasi. Pada intinya, CodeIgniter juga memanfaatkan pola desain *Singleton* secara ekstensif. Ini adalah cara untuk memuat kelas sehingga jika mereka dipanggil beberapa kali, instance kelas yang sama akan dikembalikan. Ini sangat berguna untuk koneksi basis data, karena hanya ingin satu koneksi setiap kali kelas digunakan.

#### 4. Membuat rancangan desain antarmuka perangkat lunak.

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Membuat rancangan desain antarmuka perangkat lunak sudah dilakukan dengan menggunakan HTML dan CSS. Dapat dilihat pada gambar 9 terdapat tabel yang berisikan 2 kolom. Tabel tersebut

Scenario	Generate Unit Testing
Method penambahan	Generate
Method Pengurangan	Generate
Upload Scenario	

Gambar 9: Tampilan antarmuka perangkat lunak

berfungsi untuk menampung unit testing yang akan diuji jika tombol pada kolom 2 ditekan pada method yang akan diuji. Dibawah tabel tersebut terdapat tombol untuk melakukan *upload* unit testing yang berupa file berisi skenario dengan format Gherkin. Setelah file tersebut diunggah maka unit testing tersebut akan tertera pada tabel tersebut.

#### 5. Mempelajari *Framework* PHPUnit.

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Sudah mempelajari cara kerja PHPUnit agar dapat diimplementasikan pada perangkat lunak

yang akan dibangun. Mencari dari berbagai sumber untuk dapat memahami secara penuh bagaimana PHPUnit bekerja dan kendala apa saja yang bisa didapati ketika menggunakan *framework* ini, sehingga ketika perangkat lunak akan dibangun sudah bisa meminimalisir masalah apa saja yang bisa didapati dengan begitu pembangunan perangkat lunak akan minim akan masalah. Sumber utama untuk mempelajari PHPUnit saya membaca dokumen dari website utama PHPUnit (<https://phpunit.de>)

## 6. Melakukan analisis masalah.

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Pada pengembangan perangkat lunak ada beberapa tahapan yang harus dilakukan agar akhirnya perangkat lunak bisa digunakan oleh pengguna tanpa lagi ada nya error. Tahapan-tahapan tersebut yaitu ada *analysis, design, coding, testing, installation, dan maintenance*. *Testing*/Pengujian perangkat lunak adalah proses untuk mencari kesalahan pada setiap komponen perangkat lunak, mencatat hasilnya, mengevaluasi setiap aspek pada setiap komponen dan mengevaluasi fitur-fitur dari perangkat lunak yang akan dikembangkan. Dengan adanya pengujian ini, perangkat lunak akan di periksa seluruh bagian nya hingga dipastikan tidak ada lagi *error* dan akhirnya bisa digunakan oleh pengguna. Pengujian perangkat lunak ada beberapa tahapan yaitu *unit test, integration test, system test, dan acceptance test*.

Disini akan membahas lebih dalam cara kerja *unit testing*. *Unit Testing* merupakan tahapan pertama dari pengujian perangkat lunak, dimana melakukan pengujian pada setiap komponen individu sebuah perangkat lunak dan melakukan verifikasi apakah kode tersebut berjalan sesuai yang diinginkan atau tidak. Salah satu teknik pengembangan perangkat lunak yaitu *Behaviour-driven development* (BDD), dimana BDD merupakan pengembangan dari metode *Test-driven development* (TDD) untuk menyelesaikan masalah yang ada pada TDD, BDD adalah seperangkat praktik rekayasa perangkat lunak yang dibuat untuk membantu tim membangun dan memberikan perangkat lunak yang memfasilitasi komunikasi antara anggota tim proyek dan pemangku kepentingan bisnis. BDD berpatokan pada keinginan *stakeholder* untuk mengembangkan programnya. Untuk mencapai kesepakatan antara pengembang dan *stakeholder*, maka dibutuhkan *language* untuk menspesifikasikan *behaviour* sebuah sistem agar kedua pihak paham, *language* tersebut bisa berupa *scenario*, yang dimana *scenario* tersebut berisi *Context/Starting state, Event, Outcome*.

Pengembang akan menjadikan skenario sebagai patokan dasar bekerjanya suatu sistem, dan akan melakukan pengujian berbasis skenario. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem sudah bekerja sesuai apa yang *stakeholder* harapkan, dan jika *scenario* berhasil dilakukan, maka sistem sudah siap untuk digunakan.

Untuk mewujudkan sistem seperti apa yang diinginkan oleh *stakeholder*, pada skripsi ini skenario yang akan digunakan yaitu seperti pada bab 2 sudah disebutkan yaitu skenario berformat Gherkin, Gherkin ini sudah biasa digunakan ketika menggunakan metode BDD. Pada skripsi ini Gherkin diterapkan dengan menggunakan *keyword-keyword*, ketika *keyword* tersebut ditemukan pada skenario yang digunakan, maka pada *code* akan di-*setting* untuk melakukan sesuatu.

Pada skripsi ini format *unit testing* yang akan dihasilkan yaitu berformat php, lebih tepat nya yang ingin dihasilkan oleh skripsi ini yaitu *auto-generate unit testing* menggunakan skenario Gherkin, jadi ketika skenario Gherkin sudah diberikan oleh *stakeholder*, skenario tersebut akan diproses menggunakan program yang akan dibangun pada skripsi ini agar menghasilkan sebuah *unit testing* cukup hanya dengan skenario yang sudah diberikan oleh *stakeholder*. *Website* yang akan diuji menggunakan HTML dan PHP, dimana HTML disini digunakan untuk membuat tampilan *website* dan php digunakan untuk *logic* pada website ini. *Website* yang digunakan disini yaitu bernama e-library, dimana *website* e-library ini merupakan *website* sistem informasi sederhana dimana pengguna bisa melihat buku apa saja yang ada dalam katalog buku dan meminjam nya (tapi belum diimplementasikan untuk fitur ini), pengguna

bisa *login* dan *signup*, dan ada 2 tipe pengguna disini yaitu ada admin dan ada pengguna biasa. Sebelum website ini bisa digunakan untuk melakukan *unit testing*, ada beberapa bagian pada *logic website* yang menggunakan php harus disesuaikan sedikit agar *unit testing* dapat diimplementasikan pada website ini, contohnya pada *logic website* ini ada beberapa kode php yang diubah cara kerjanya agar dapat memenuhi syarat melakukan *unit testing*, anggapannya kode php diubah sedikit menjadi *Object-Oriented* dimana kode-kode php yang melakukan suatu fungsi pada fitur tertentu dimasukan kedalam *method*, yang sebelumnya kode-kode tersebut tidak berada dalam *method*, dan ada beberapa detail juga yang dilakukan agar *unit testing* bisa dilakukan.

Setelah *website* dimodifikasi sedikit menjadi lebih *object-oriented* maka sudah bisa untuk diuji *unit testing*, *unit testing* disini menggunakan PHPUnit, dimana PHPUnit merupakan framework yang biasa digunakan pada bahasa PHP, metode yang akan banyak digunakan pada PHPUnit yaitu *assertEquals*, dimana metode ini membutuhkan **actual result** yaitu hasil yang didapatkan dari fitur yang dikeluarkan oleh *website* e-library dan **expected result** merupakan hasil yang diharapkan oleh *stakeholder/developer* untuk dikeluarkan oleh sistem. Metode *assertEquals* membandingkan *actual result* dan *expected result*, jika hasil kedua itu sama, maka *unit testing* dianggap berhasil dan juga sebaliknya, jika hasil kedua nya tidak sama, maka *unit testing* dianggap gagal karena hasil dari sistem dan dengan yang diinginkan *stakeholder/developer* berbeda.

## 7. Merancang perangkat lunak tahap awal.

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** *Website* e-library yang akan diuji harus dimodifikasi agar bisa dilakukan *unit testing*, walaupun yang ingin capai pada skripsi ini yaitu *auto-generate unit testing* dari skenario Gherkin, tapi sebelum hal tersebut dilakukan, harus dipastikan bahwa *unit testing* secara manual bisa juga dilakukan, maka untuk mengujinya *unit testing* dibuat terlebih dahulu menggunakan framework PHPUnit. Menguji seluruh fitur yang ada pada *website* tersebut, dimana *website* e-library memiliki beberapa fitur utama yang akan diuji, yaitu:

- **addAdmin** : Fitur ini berguna bagi seorang admin untuk menambah admin baru.
- **addBook** : Fitur bagi admin untuk menambah buku baru pada katalog e-library.
- **login** : Login berguna bagi admin maupun user biasa untk mengakses berbagai fitur yang dimiliki *website* e-library.
- **signup**: Fitur signup berguna untuk menambah pengguna pada database, agar pengguna dapat mengakses fitur *website* e-library dengan signup terlebih dahulu setelah itu dapat login menggunakan akun yang sudah didaftarkan.
- **updateUser** : Fitur ini dapat digunakan baik oleh admin maupun pengguna biasa, dimana pengguna *website* e-library dapat melakukan *update* terhadap profil masing-masing.

Setelah *unit testing* berhasil dibuat dan ketika dicoba berhasil melakukan *unit testing*, maka tahap selanjutnya yaitu mencari cara mengerjakan program yang akan dihasilkan pada skripsi ini, dengan menggunakan Gherkin, bisa memanfaatkan *keyword-keyword* yang sudah disediakan dari Gherkin nya, dan bisa juga membuat patokan dengan *keyword* baru, contoh *keyword* pada Gherkin yaitu ada **Given**, **When**, **And**, **Then** dan untuk skripsi ini, dapat juga menggunakan *keyword* seperti:

- **halaman**  
dimana kata tersebut menandakan bahwa *unit testing* yang akan dilakukan yaitu fitur yang melakukan pindah halaman setelah suatu event terjadi
- **tabel**  
dimana kata tersebut menandakan bahwa *unit testing* yang akan dilakukan yaitu menguji suatu fitur yang memasukan suatu data ke database

- **username**  
memasukan *value username* yang pengguna *input*
- **password**  
memasukan *value password* yang pengguna *input*
- **confirm password**  
memasukan *value confirm password* yang pengguna *input*
- **email**  
memasukan *value email* yang pengguna *input*
- **name**  
memasukan *value name* yang pengguna *input*
- **phone**  
memasukan *value phone* yang pengguna *input*
- **address**  
memasukan *value address* yang pengguna *input*
- **dan** *value input* pengguna lainnya.

Dengan sudah adanya *unit testing* yang dibuat sebelum melakukan *auto-generate unit testing* dengan menggunakan Gherkin, kode pada program yang akan dihasilkan bisa dibuat dengan berpatokan pada *unit testing* yang sudah dihasilkan sebelumnya. *Unit Testing* yang sudah jadi digunakan sebagai bayangan agar mempermudah ketika nanti membuat perangkat lunak, tidak berpatok sepenuhnya terhadap *unit testing* tersebut, untuk perangkat lunak yang akan dibangun, kasus nyata nya perangkat lunak akan berpatokan dengan skenario Gherkin yang sudah diberikan oleh *stakeholder*, alur cara kerja perangkat lunak bisa dilihat seperti flowchart pada gambar 10:

Dapat dilihat pada *flowchart* pada gambar 10, inti alur cara kerja perangkat lunak yaitu dari skenario yang sudah diberikan oleh *stakeholder* akan diproses oleh perangkat lunak hingga akhirnya menjadi suatu *unit testing*, dari file text akan berubah menjadi suatu kode yang dapat digunakan untuk menguji suatu *website*.

Alur dari cara kerja perangkat lunak dimulai dari skenario yang sudah diberikan dari *stakeholder*, contoh skenario yang akan dipakai misalnya:

Feature: loginVer

Untuk menggunakan program

Pengguna harus login terlebih dahulu

Scenario: Login berhasil user

Given Pengguna belum Login

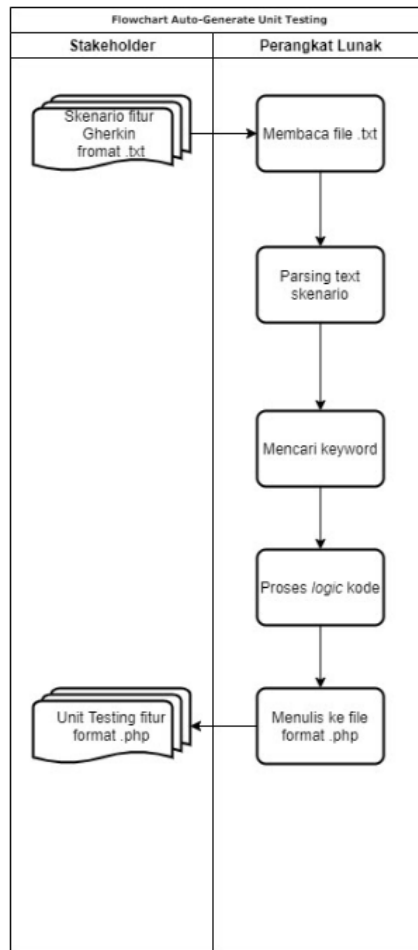
When Pengguna menekan tombol login

And Pengguna mengisi username dengan dipo

And Pengguna mengisi password dengan dipo

Then Berhasil masuk ke halaman "Location:../pages/user/usr.php"

Setelah mendapat skenario dari *stakeholder*, maka perangkat lunak akan membaca dan melakukan *parsing* setiap kata dari skenario tersebut, setelah mendapatkan setiap kata, maka kata tersebut bisa didefinisikan mana kata yang merupakan *keyword-keyword* yang akan menentukan cara kerja perangkat lunak nanti. Pada contoh skenario Gherkin di atas, kata yang sudah di *bold keyword* yang akan digunakan pada perangkat lunak yang akan dikembangkan, contoh *keyword tombol* pada kalimat **When**, dimana kata **When** menandakan *event* yang sedang terjadi, maka bisa dianggap bahwa kata setelah **tombol** merupakan suatu fitur/*method* yang ada pada *website* e-library. Fitur *login* membutuhkan **username** dan **password** agar bisa dilakukan *unit testing*, maka pada skenario tersebut terdapat



Gambar 10: Flowchart cara kerja perangkat lunak

*keyword* dari kedua kata tersebut, dan yang terakhir ada kata **Then**, untuk kalimat yang berawal **Then** menandakan bahwa tujuan akhir/hasil yang diharapkan dari fitur ini yaitu page *website* akan berpindah yang asalnya homepage menjadi halaman user. Dapat dicontohkan dengan pseudocode:

```
if(kata[i]=="When")
    if(kata[i]=="tombol")
        $method=kata[i+1];
```

menandakan **When** dan **tombol** sebagai *keyword*, dan untuk *keyword* **tombol** dapat dimasukan kata setelahnya (i+1 menandakan kata setelahnya) menjadikan kata tersebut fitur apa yang akan di generate menjadi *unit testing*.

```
if(kata[i]=="username")
    $username=kata[i+2];
if(kata[i]=="password")
    $password=kata[i+2];
```

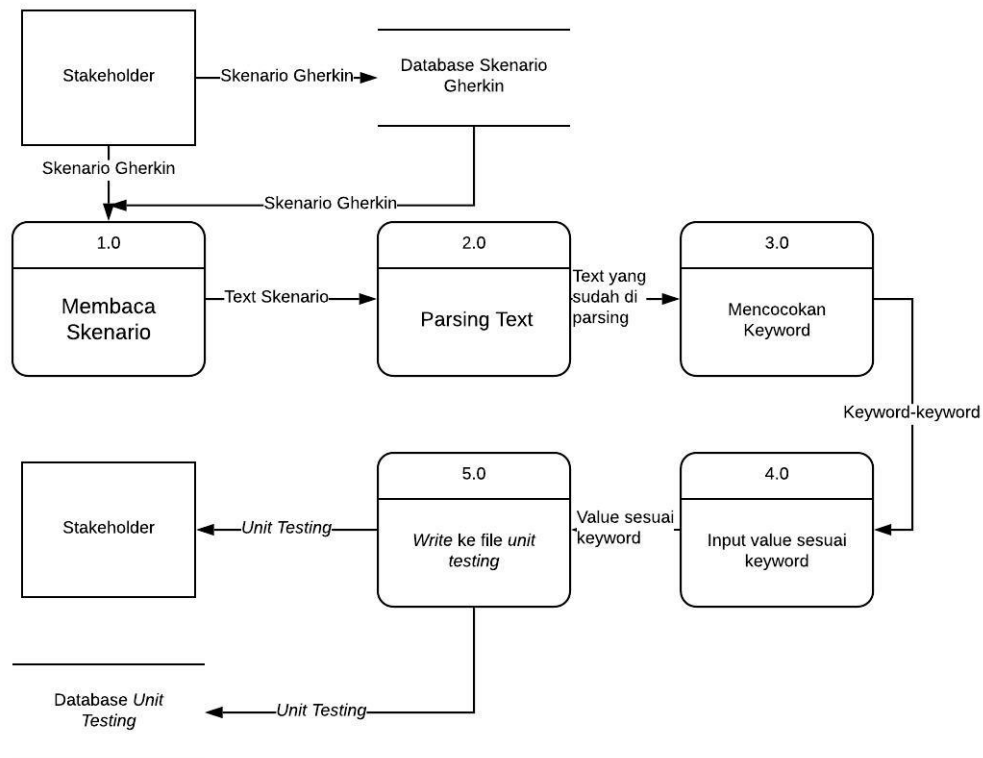
Karena fitur login membutuhkan *username* dan *password*, maka butuh dimasukan juga ke suatu variabel (i+2 disini karena username dan password 2 kata setelah keyword)

```
if(kata[i]=="Then")
    if(kata[i]=="halaman")
        if($method=="login")
```



//menulis kode yang akan generate kode unit testing dalam format php.

Disini *keyword Then* menandakan bahwa hasil yang ingin dicapai sistem, didapatkan *keyword* kedua yaitu **halaman** berarti tujuan akhir sistem yaitu pindah halaman, dan diperiksa untuk memastikan fitur mana yang ingin di *generate* menjadi *unit testing*, yaitu fitur *login*, maka setelah itu sudah terdapat satu method *unit testing* untuk *login*.



Gambar 11: Diagram DFD cara kerja perangkat lunak

Agar dapat lebih jelas melihat alur data *input* dan *output* nya, maka bisa dilihat dari diagram dfd pada gambar 11. *Stakeholder* disini berguna sebagai pemberi skenario Gherkin, dimana nanti skenario tersebut akan menjadi rancangan untuk membuat *unit testing*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat *data dictionary* akan dijelaskan dengan *data dictionary*:

Process Name	Membaca skenario
Process Number	1.0
Purpose	Membaca skenario
Input Data Flows	Skenario Gherkin baik langsung dari stakeholder atau yang sudah ditempatkan di database
Output Data Flows	Text skenario yang sudah dapat diproses
Process Description	Membaca skenario yang diberikan oleh stakeholder agar bisa diproses lebih lanjut
Notes	File skenario Gherkin harus sesuai format agar proses berjalan lancar

Process Name	Parsing Text
Process Number	2.0
Purpose	Melakukan parsing pada text
Input Data Flows	Text skenario Gherkin
Output Data Flows	Text yang sudah di parsing
Process Description	Melakukan parsing text agar text bisa menjadi kumpulan kata-kata yang nantinya dapat diproses untuk mendapatkan keyword
Notes	Proses parsing ini merubah text menjadi kumpulan kata agar mempermudah mengakses setiap katanya, jika masih berupa kalimat akan sulit

Process Name	Mencocokkan Keyword
Process Number	3.0
Purpose	Mencari keyword dari kumpulan kata
Input Data Flows	Text yang sudah di parsing
Output Data Flows	Keyword-keyword
Process Description	Proses ini mencocokkan kata dengan keyword-keyword agar nanti setiap keyword akan melakukan proses input value dimana setiap keyword akan mengeluarkan hasil yang unik
Notes	Keyword sudah ditentukan, maka dari itu jika format skenario Gherkin nya tidak sesuai, maka tidak akan berhasil

Process Name	Input value sesuai keyword
Process Number	4.0
Purpose	Melakukan input value berdasarkan keyword yang ada
Input Data Flows	Keyword
Output Data Flows	Value sesuai keyword
Process Description	Memasukan value berdasarkan keyword yang didapat, setiap keyword memiliki value masing-masing, dan bersifat khusus untuk setiap keyword
Notes	Setelah mencocokkan setiap keyword dan dapat value nya, maka setiap value akan berisi text baru dimana text tersebut berisi kalimat yang akan tersusun menjadi unit testing

Process Name	Write ke file unit testing
Process Number	5.0
Purpose	Menulis value yang sudah didapat ke unit testing
Input Data Flows	Value masing-masing keyword
Output Data Flows	Unit Testing berformat .php
Process Description	Setiap value yang didapat dari keyword nilainya akan ditulis ke dalam unit testing, proses ini menulis ke file unit testing yang nantinya akan diterima oleh stakeholder kembali
Notes	File unit testing yang sudah berhasil di generate akan diterima stakeholder dan dimasukkan ke dalam database

#### 8. Memodifikasi *website* agar bisa dilakukan *Unit Testing*.

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

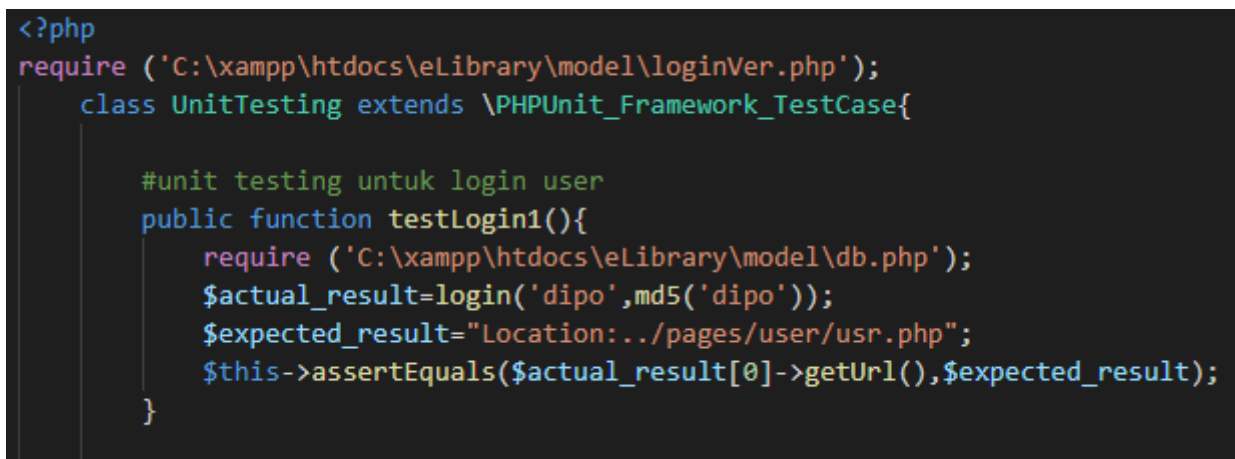
**Hasil :** Sebelum *website* e-library dapat diuji *unit testing* ada beberapa modifikasi yang harus dilakukan pada kode php *website* e-library, setelah dimodifikasi, inti masalah kenapa tidak bisa dilakukan *unit testing* yaitu kode php pada *website* ini belum *object-oriented*, jadi ada beberapa modifikasi yang dilakukan agar kode setidaknya ada dalam sebuah *method*, yang nantinya *method* tersebut bisa kita lakukan *unit testing*, jika tidak dimodifikasi, maka *unit testing* tidak bisa dilakukan, karena metode

yang digunakan pada skripsi ini yaitu menguji *unit testing* pada skala terkecil yaitu menguji kode pada bagian *method website* e-library. Barulah setelah dimodifikasi, website dapat digunakan untuk uji *unit testing* yang nantinya dapat di implementasikan *auto-generate unit testing* menggunakan perangkat lunak yang akan dibangun pada skripsi ini.

#### 9. Melakukan implementasi perangkat lunak.

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Untuk melakukan implementasi perangkat lunak yang akan dihasilkan pada skripsi ini, *unit testing* yang sudah dibuat secara manual akan digunakan sebagai sebuah rancangan untuk membuat perangkat lunak *auto-generate unit testing*, yang dimana nantinya perangkat lunak tersebut dapat men *generate unit testing* secara otomatis dengan *input* berupa skenario Gherkin.

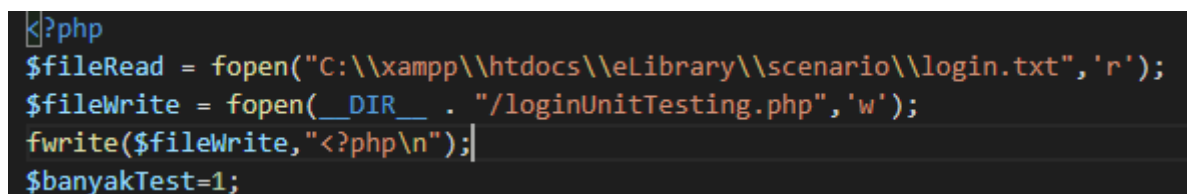


```
<?php
require ('C:\xampp\htdocs\eLibrary\model\loginVer.php');
class UnitTesting extends \PHPUnit_Framework_TestCase{

    #unit testing untuk login user
    public function testLogin1(){
        require ('C:\xampp\htdocs\eLibrary\model\db.php');
        $actual_result=login('dipo',md5('dipo'));
        $expected_result="Location:../pages/user/usr.php";
        $this->assertEquals($actual_result[0]->getUrl(),$expected_result);
    }
}
```

Gambar 12: Contoh unit testing yang dibuat secara manual

Pada **gambar 12** dapat terlihat *unit testing* yang dibuat secara manual, *unit testing* tersebut lah yang akan digunakan sebagai rancangan untuk membuat perangkat lunak *auto-generate unit testing* yang dimana nantinya, perangkat lunak akan menghasilkan file berformat php yang memiliki kode-kode seperti pada gambar 12. *Unit testing* akan dilakukan berdasarkan fitur-fitur yang ada pada *website* e-library, yaitu ada 5 fitur, *login*, *signup*, *addAdmin*, *addBook*, dan *updateUser*, dimana output perangkat lunak ini akan menghasilkan *unit testing* dari masing-masing fitur yang ada.



```
<?php
$fileRead = fopen("C:\\xampp\\htdocs\\eLibrary\\scenario\\login.txt",'r');
$fileWrite = fopen(__DIR__ . "/loginUnitTesting.php",'w');
fwrite($fileWrite,"<?php\n");
$banyakTest=1;
```

Gambar 13: Input dan *output* file

Langkah pertama yang dilakukan pada perangkat lunak ini yaitu membaca file skenario Gherkin yang sudah diberikan oleh *stakeholder* kepada *developer*. Seperti dapat dilihat pada **gambar 13**, perangkat lunak membaca file menggunakan metode *fopen* dari file berformat txt dengan nama **login**, dimana skenario tersebut merupakan skenario Gherkin untuk fitur login, dan ditampung pada variabel **\$fileRead**. Tahap selanjutnya yaitu, menyiapkan sebuah variabel dijadikan hasil/*output* dari perangkat lunak ini, dimana hasil akhirnya dapat dilihat pada gambar 13 yaitu file berformat php dengan nama **loginUnitTesting**, variabel tersebut yaitu **\$fileWrite**.

Kode pertama yang ditulis ke variabel **\$fileWrite** dapat dilihat pada gambar 13 baris ke 4,"<?php\n", dimana kode itu berguna untuk membuat seluruh kode dibawahnya berfungsi sebagai kode php.

Variabel `$banyakText` digunakan untuk menandakan ada berapa skenario *unit testing* yang berada pada skenario Gherkin. Untuk meluruskan, skenario *unit testing* dengan skenario Gherkin bermakna berbeda, dimana skenario *unit testing* yaitu skenario yang dibuat untuk melakukan pengujian terhadap fitur login, contoh nya, jika *username* dan *password login* ada didatabase, berarti *login* berhasil, tetapi jika ada skenario dimana *username* tidak terdaftar pada database, berarti *login* gagal, skenario itu lah yang dimaksud untuk skenario *unit testing*, kalau skenario Gherkin itu berarti skenario dalam format text yang diberikan *stakeholder* kepada tim *developer* untuk dibuat menjadi *unit testing*.

```
$feature="";
$method="";
$table="";
$page="";
$status="";
```

Gambar 14: Variabel pada implementasi kode

3 variabel pada **gambar 14** digunakan untuk menampung fitur apa yang ada di skenario Gherkin, *method* apa yang akan diuji, untuk variabel table digunakan untuk mencatat tabel mana pada database yang akan digunakan, variabel page digunakan untuk mencatat akan pindah ke halaman mana setelah fitur dijalankan, dan yang terakhir status menandakan skenario *unit testing* tersebut apakah berhasil atau tidak, contoh *login* berhasil atau *login* gagal.

```
$username="";
$password="";
$confirm_password="";
$email="";
$name="";
$phone="";
$address="";
$user="";
$code="";
$title="";
$author="";
$publication_year="";
$publisher="";
$theme="";
```

Gambar 15: Variabel untuk *input user*

Semua variabel pada **gambar 15** digunakan untuk menampung seluruh *input* dari pengguna. Variabel *username* dan *password* digunakan untuk menguji fitur **login** dan **signup**. Variabel *confirm\_password*, *email*, *name*, *phone*, *address* digunakan untuk menguji fitur **signup**, **addAdmin**, **updateUser**. Variabel *code*, *title*, *author*, *publicatio\_year*, *publisher*, *theme* digunakan untuk menguji fitur **addBook**.

```
if ($fileRead) {
    while (($line = fgets($fileRead)) != false) {
        $words = preg_split('/\s+/', $line, -1, PREG_SPLIT_NO_EMPTY);
```

Gambar 16: Kode untuk menandakan file belum dibaca sampai baris terakhir

**Gambar 16**, kode tersebut digunakan untuk terus membaca jika file belum sampai baris terakhir, jadi file skenario Gherkin akan terus dibaca agar dapat diproses menjadi kode-kode *unit testing* untuk fitur *website* e-library. Ada 1 variabel yang penting di sini, yaitu setiap file sudah dibaca tiap barisnya, ada variabel yang bertugas untuk memecah kalimat menjadi kata-kata setiap barisnya, semua kata tersebut di tampung di *array* dengan nama variabel `$words`, variabel ini berupa *array* yang akan terus digunakan untuk mendapatkan seluruh *keyword* yang dibutuhkan untuk membuat perangkat lunak ini berhasil menghasilkan sebuah *unit testing*.

```
for($i=0;$i<count($words);$i++){
    if($words[$i]=="Feature:"){
        $words[$i+1]=$words[$i+1];
        fwrite($fileWrite,"require ('C:\\xampp\\htdocs\\eLibrary\\model\\".$words[$i+1].".ph
        fwrite($fileWrite,"class UnitTesting extends \\PHPUnit_Framework_TestCase{");
    }
}
```

Gambar 17: Kode untuk *keyword Feature*

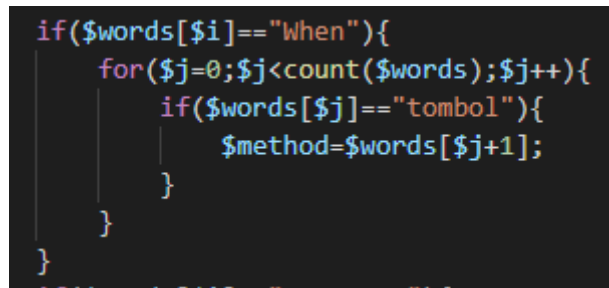
**Gambar 17**, variabel *words* akan dibaca setiap index array nya menggunakan **for**, setiap ada *keyword* yang cocok maka akan masuk ke dalam **if**, contoh, pada gambar 17, salah satu *keyword* yang digunakan untuk perangkat lunak skripsi ini yaitu **Feature**, dimana ketika kata dari skenario Gherkin dibaca dan menghasilkan kata **Feature** ada beberapa hal yang dilakukan, pertama, ada potongan kode yang berfungsi menuliskan metode **require**, dapat terlihat pada baris 4 di gambar 17, dimana **require** disitu digunakan untuk memasukan file yang beralamatkan pada alamat yang berada di dalam kurung tersebut di baris 4 gambar 17. Pada skenario Gherkin, kata setelah **Feature** merupakan fitur yang akan dibuat *unit testing*, jadi makna kode `$words[$i+1]` disitu ialah menandakan fitur apa yang akan diuji, maka pada baris 4 gambar 17, disitu melakukan **require** file yang berisi *logic* untuk melakukan fitur contohnya misalkan *login*, jadi pada file tersebut berisi *logic* pada *website* e-library untuk melakukan *login*. Potongan kode dibawahnya pada baris ke 5 gambar 17 yaitu berfungsi untuk menuliskan potong text yang akan ditulis ke dalam format php yang berfungsi untuk membuat **class** pada file php tersebut yang bernama **Unit Testing** dan kelas tersebut **extends PHPUnit\_Framework\_TestCase** dimana itu merupakan *framework* yang digunakan di skripsi ini untuk melakukan *unit testing* yaitu *framework* PHPUnit.

```
if($words[$i]=="Scenario:"){
    fwrite($fileWrite,"\n/** @test */\n");
    fwrite($fileWrite,"public function unittest".$banyakTest."(){\n");
    fwrite($fileWrite,"\trequire ('C:\\xampp\\htdocs\\eLibrary\\model\\db.php');");
    $banyakTest=$banyakTest+1;
    fwrite($fileWrite,"\n");
    $status=$words[$i+2];
}
}
```

Gambar 18: Kode untuk *keyword Skenario*

**Gambar 18** menunjukkan kode ketika *keyword* yang muncul yaitu **Scenario**. Baris ke 2 pada gambar 18 berguna untuk memastikan bahwa *method* yang berada pada baris dibawah setelah kode ini merupakan *method* yang akan dilakukan uji *unit testing*, kode ini disediakan oleh *framework* PHPUnit. Pada baris ke 3 gambar 18 berfungsi menulis potongan kode ke file php dimana kode tersebut akan menjadi sebuah

*method* yang akan diuji nantinya. Baris ke 4 gambar 18 berfungsi melakukan fungsi **require** terhadap file database, dimana file tersebut berfungsi untuk memanggil database agar bisa digunakan pada *method* ini. Variabel *banyaktest* disini berfungsi untuk mencatat sudah ada berapa *method* yang ditulis, mulai dari 1 sampai ke-*n method*. Untuk \n disini ditulis ke variabel *fileWrite* untuk menandakan pindah baris/*enter*. Terakhir untuk variabel *status* berfungsi untuk mencatat apakah skenario yang akan diuji itu berhasil atau tidak, yang dimaksud yaitu, parameter yang ada pada *method* tersebut, contoh untuk fitur **login**, ada 2 parameter, yaitu *username* dan *password*, jika status berhasil, maka *username* dan *password* ada dan tercatat pada database, jika *status* gagal maka *username* dan *password* sengaja dimasukan yang memang tidak ada di database untuk melihat apakah fungsi *logic* kode pada *website* e-library bisa menangani *input* yang salah, bukan hanya yang benar saja.



```

if($words[$i]=="When"){
    for($j=0;$j<count($words);$j++){
        if($words[$j]=="tombol"){
            $method=$words[$j+1];
        }
    }
}

```

Gambar 19: Kode untuk keyword **When**

**Gambar 19** berisi kode untuk *keyword When*. Untuk *keyword When*, hal yang dilakukan untuk *keyword* ini yaitu mencatat *method* apa yang akan di uji, karena pada skenario Gherkinnya, memang sudah diberi format, setelah kata **tombol**, kata setelahnya itu berarti fitur yang akan diuji, contoh **tombol login**, berarti *method* yang akan di uji yaitu *method login*.

**Gambar 20**, semua variabel berfungsi untuk menampung *input* dari pengguna. Untuk *input*, harus diperiksa dulu sebelum dimasukan ke dalam variabel, karena jika *input* pada skenario Gherkinnya kata "kosong" maka variabel akan berisi *string* kosong. Mengapa harus ditulis "kosong" pada skenario Gherkinnya, karena jika dibiarkan kosong, maka tidak akan terbaca, jadi akhirnya diberi patokan, jika pada skenario Gherkin tertulis "kosong" maka barulah isi dari variabel itu *string* kosong. Untuk **if** yang memeriksa *password* dan *confirm password* harus dibedakan karena cara kerjanya di pecah menjadi kata-kata, jadi *confirm password* terpecah menjadi *confirm* dan *password* maka dari itu, baris ke 7 gambar 20 harus diperiksa seperti itu. Karena *method login* tidak perlu variabel *confirm\_password*, *email*, *name*, dan variabel lainnya, maka pada baris 13 gambar 20 dilakukan **if** seperti itu untuk membedakan sedang melakukan *method* yang mana. Untuk memasukan sebuah kata dalam variabel, memang menggunakan index seperti contoh pada kode `$username=$words[$i+2];` pada baris ke 2 gambar 20, cara memeriksa nya yaitu setelah mendapatkan *keyword* dengan *username*, maka sudah dipastikan, 2 kata setelah nya yaitu *username input* dari pengguna, makannya terdapat `$i+2` pada indexnya, dan juga index-index yang lainnya.

**Gambar 21** menunjukan kode untuk *keyword Then*, *keyword* ini merupakan tahap terakhir pada suatu skenario, yang menunjukan *output* dari sistem. Pada baris 3 gambar 21, dapat terlihat jika *keyword* yang dicari yaitu **halaman**, pada tahap ini ada 2 *keyword* yang dicari pada kalimat yang berawalan **Then**, yaitu ada **halaman** dan **tabel**, untuk potongan kode pada gambar 21, akan dijelaskan bagaimana jika *keyword* yang didapati yaitu **halaman**. Setelah didapati *keyword halaman*, maka setelah itu dilihat *method* apa yang sedang diuji, contoh *method login* yang akan diuji dan di *generate unit testing*nya, maka dilihat terlebih dahulu status skenario nya, **berhasil** atau **gagal**, jika berhasil, maka perangkat lunak akan menulis ke file php, dapat dilihat pada baris 8 gambar 21, variabel *actual\_result* yang berisi hasil keluaran dari *method login* langsung keluaran dari sistem, dan variabel

```

    if($words[$i]=="username"){
        $username=$words[$i+2];
        if($username=="kosong"){
            $username="";
        }
    }
    if($words[$i]=="password" && $words[$i-1]!="confirm"){
        $password=$words[$i+2];
        if($password=="kosong"){
            $password="";
        }
    }
    if($method=="signup" || $method=="addAdmin" || $method=="updateUser"){
        if($words[$i]=="confirm" && $words[$i+1]=="password"){
            $confirm_password=$words[$i+3];
            if($confirm_password=="kosong"){
                $confirm_password="";
            }
        }
        if($words[$i]=="email"){
            $email=$words[$i+2];
            if($email=="kosong"){
                $email="";
            }
        }
        if($words[$i]=="name"){
            $name=$words[$i+2];
            if($name=="kosong"){
                $name="";
            }
        }
    }
}

```

Gambar 20: Input dari pengguna

*expected\_result* yang berisi hasil yang seharusnya dikeluarkan oleh sistem, untuk kasus **halaman**, **expected result** nya berupa variabel *page* dimana variabel ini berisi halaman yang dituju setelah *method* berhasil dijalankan. Setelah mendapati **actual result** dan **expected result**, maka dengan menggunakan metode **assertEquals** yang dimiliki *framework* PHPUnit, kita dapat memeriksa, apakah kedua variabel sama isi valuenya, jika iya maka *unit testing* akan mengeluarkan *output* berhasil jika tidak, maka akan mengeluarkan *error*. Setelah seluruh kode tadi dijalankan, maka sudah terbuat salah satu skenario *unit testing* yang berhasil tertulis pada file php, dimana di kode ini file tersebut dilambangkan dengan variabel *\$fileWrite*. Untuk method lainnya, jika pada kalimat *keyword* **Then** di skenario Gherkin, cara pengerjaan nya sama saja, hanya berbeda nama methodnya saja, dapat dilihat pada baris 19 gambar 21, cara pengerjaan nya pun sama, cuma beda pada **if** untuk mengecek *method* mana yang akan dijadikan *unit testing*.

**Gambar 22** menunjukan jika *keyword* pada kalimat berawalan **Then** nya yaitu **tabel**. untuk *keyword* **tabel**, cara pengerjaannya hampir mirip dengan *keyword* **halaman**, tapi untuk *keyword* **tabel**, harus menjalankan **query** terlebih dahulu untuk mendapatkan hasilnya. Setelah *method* contoh *addAdmin*

```

if($words[$i]=="Then"){
    for($j=0;$j<count($words);$j++){
        if($words[$j]=="halaman"){
            $page=$words[$j+1];
            if($method=="login"){
                if($status=="berhasil"){

                    fwrite($fileWrite,"\t\t$actual_result=".$method."('".$username."',md5('".$password."'));\n");
                    fwrite($fileWrite,"\t\t$expected_result=".$page."; \n");
                    fwrite($fileWrite,"\t\t$this->assertEquals($actual_result[0]->getUrl(),\t\t$expected_result);\n");

                }
                if($status=="gagal"){

                    fwrite($fileWrite,"\t\t$actual_result=".$method."('".$username."',md5('".$password."'));\n");
                    fwrite($fileWrite,"\t\t$expected_result=".$page."; \n");
                    fwrite($fileWrite,"\t\t$this->assertEquals($actual_result->getUrl(),\t\t$expected_result);\n");

                }
            }
        }
        if($method=="signup"){
            if($status=="berhasil"){
                fwrite($fileWrite,"\t\t$actual_result=".$method."('".$username."',md5('".$password."'),md5('".$confirm_password."'));\n");
                fwrite($fileWrite,"\t\t$expected_result=".$page."; \n");
                fwrite($fileWrite,"\t\t$this->assertEquals($actual_result[0]->getUrl(),\t\t$expected_result);\n");
            }
            if($status=="gagal"){
                fwrite($fileWrite,"\t\t$actual_result=".$method."('".$username."',md5('".$password."'),md5('".$confirm_password."'));\n");
                fwrite($fileWrite,"\t\t$expected_result=".$page."; \n");
                fwrite($fileWrite,"\t\t$this->assertEquals($actual_result->getUrl(),\t\t$expected_result);\n");
            }
        }
    }
}
if($method=="addAdmin"){

```

Gambar 21: Kode untuk keyword **Then**

```

if($words[$j]=="tabel"){
    $table=$words[$j+1];
    if($method=="addAdmin"){
        if($status=="berhasil"){
            fwrite($fileWrite,"\t\t.$method."('".$username."',md5('".$password."'),'".$name."','".$email."','".$phone."','".$
            fwrite($fileWrite,"\t\t$sql=\"SELECT Count(id_.$table.) FROM ". $table." where username='".$username."'";\n");
            fwrite($fileWrite,"\t\t$actual_result=$mysqli->query($sql);\n");
            fwrite($fileWrite,"\t\t$expected_result=1;\n");
            fwrite($fileWrite,"\t\t$this->assertEquals($actual_result->num_rows,\t\t$expected_result);\n");
        }
    }
    if($method=="addBook"){
        fwrite($fileWrite,"\t\t.$method."('".$code."','".$title."','".$author."','".$publication_year."','".$publisher."','".$
        fwrite($fileWrite,"\t\t$sql=\"SELECT Count(id_.$table.) FROM ". $table." where code='".$code."'";\n");
        fwrite($fileWrite,"\t\t$actual_result=$mysqli->query($sql);\n");
        fwrite($fileWrite,"\t\t$expected_result=1;\n");
        fwrite($fileWrite,"\t\t$this->assertEquals($actual_result->num_rows,\t\t$expected_result);\n");
    }
}
}

```

Gambar 22: Kode untuk keyword **Then**

dijalankan, maka seharusnya sudah ada admin baru terdaftar pada *database*, maka dari itu menjalankan **query** dengan memeriksa apakah *username* yang tadi didaftarkan menggunakan *method addAdmin* sudah berhasil tercatat pada *database*, jika sudah maka dengan metode **Count** yang terlihat pada baris 6 gambar 22, keluaranya harus nya 1. **Actual result** nya disini yaitu berupa **query** yang menghasilkan suatu keluaran dari *database*, dan **expected result** nya yaitu angka 1, karena jika sistem berhasil melakukan **query** tersebut, maka seharusnya admin sudah terdaftar dan tercatat pada *database* maka angka 1 melambangkan bahwa ada 1 *username* dengan nama tersebut yang sudah didaftarkan sebelumnya tercatat pada *database*. Dengan menggunakan metode **assertEquals** akan diperiksa apakah sama value dari kedua variabel tersebut, jika sama maka *unit testing* dinyatakan



berhasil, jika tidak maka akan muncul *error* sebagai tanda bahwa *unit testing* tersebut gagal.

10. **Menulis dokumen skripsi.**

**Status :** Ada sejak rencana kerja skripsi.

**Hasil :** Menulis dokumen skripsi sudah dilakukan untuk Bab 1, Bab 2, Bab 3, Bab 4, dan Bab 5.

## 6 Pencapaian Rencana Kerja

Langkah-langkah kerja yang berhasil diselesaikan dalam Skripsi 1 ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur mengenai pengujian perangkat lunak, *unit testing*, dan *behaviour specification*.
2. Melakukan Eksplorasi perangkat lunak.
3. Menganalisis kebutuhan perangkat lunak.
4. Membuat rancangan desain antarmuka perangkat lunak.
5. Mempelajari framework PHPUnit.
6. Melakukan analisis masalah.
7. Merancang perangkat lunak tahap awal.
8. Memodifikasi website agar bisa dilakukan *Unit Testing*.
9. Melakukan implementasi perangkat lunak.
10. Melaporkan hasil penelitian dalam bentuk dokumen skripsi

## 7 Kendala yang Dihadapi

Kendala - kendala yang dihadapi selama mengerjakan skripsi :

- Mengatur waktu antara kuliah, tugas, dan skripsi.
- Sakit.
- Pandemi membuat kondisi perkuliahan menjadi sulit dan juga membuat resah.

Bandung, 22/11/2019

Muhammad Dipo Putra Wandara

Menyetujui,

Nama: Raymond Chandra Putra  
Pembimbing Tunggal