BAB I
PENDAHULUAN

Rekayasa perangkat lunak adalah suatu strategi pembangunan perangkat lunak yang melingkupi lapisan proses, metode, dan *tools* [1]. Siklus hidup pembangunan perangkat lunak terdiri tahapan *requirement*, *design*, *code*, *testing*, *deployment* dan *maintenance* [2]. Pada pembangunan perangkat lunak skala besar, setiap penambahan fitur akan dilakukan secara *incremental*. Penambahan fitur tersebut akan melewati siklus hidup pembangunan perangkat lunak beberapa kali hingga produk versi tertentu dirilis. Berdasarkan survei pembangunan perangkat lunak, perusahaan mengeluarkan biaya paling besar untuk *maintenance* [3].

Fakta yang terjadi pada saat membangun perangkat lunak adalah kebutuhan pengguna terhadap perangkat lunak yang sering berubah dan pengguna tidak ingin menunggu lebih lama lagi untuk memperoleh perangkat lunak. Pada dasarnya sebuah perangkat lunak dibangun dengan memperhatikan dua fokus utama, antara lain [2] seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun perangkat lunak dan seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membangun perangkat lunak. Kedua hal tersebut memiliki keterikatan satu sama lain. Permasalahan yang sering terjadi pada pembangunan perangkat lunak adalah kesalahan produk pada tahap integrasi. Jika proses penanganan kesalahan tersebut adalah manual, maka dibutuhkan usaha yang maksimal dan waktu yang panjang untuk memperbaiki produk tersebut.

Otomasi adalah kunci untuk melakukan proses yang sama dan berulang kali. Dengan penerapan otomasi maka proses *build*, *deploy*, dan *testing* dapat dilakukan dengan cepat. Integrasi perangkat lunak juga harus dilakukan secara rutin agar dapat mengurangi risiko kegagalan perangkat lunak dan memperbaiki kualitas perangkat lunak [4]. Integrasi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan praktik *continuous integration* (CI).

CI adalah praktik pembangunan perangkat lunak yang mengintegrasikan hasil pekerjaan *developer* secara rutin untuk menemukan kesalahan pada proses integrasi secepat mungkin [5]. Praktik CI dengan menggunakan bantuan *toolset* disebut

automated CI. Dengan penerapan *automated* CI maka perangkat lunak dipastikan dapat bekerja terhadap setiap perubahan baru. Jika ada kesalahan pada proses integrasi, maka tim dapat memperbaikinya dengan cepat. Tim yang menggunakan *automated* CI secara efektif mampu mendeteksi *bug* lebih awal, menghasilkan perangkat lunak lebih cepat dengan sedikit *bug*, mengurangi biaya dan jangka waktu perbaikan perangkat lunak pada proses *delivery* dibandingkan tim yang tidak menggunakan *automated* CI [4].

Automated CI akan diterapkan pada pembangunan aplikasi rekam medis berbasis Java *desktop* yang disebut dengan `medrecapp`. Aplikasi tersebut dibangun oleh sebuah tim yang terdiri dari tiga pengembang yaitu Fachrul, Hernawati dan Yuanita. Tim tersebut masih menggunakan praktik CI yang manual. Berdasarkan uraian tersebut, maka judul tugas akhir yang diangkat adalah ”Penerapan *Automated Continuous Integration* Pada Studi Kasus Aplikasi Rekam Medis”.

1.1. Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, tugas akhir ini bertujuan untuk membentuk kerangka kerja yang meliputi prosedur dan *toolset* yang mendukung *automated* CI pada suatu aplikasi.

1.2. Rumusan masalah

Pada tugas akhir ini, rumusan masalah yang diangkat adalah bagaimana membentuk kerangka kerja yang meliputi prosedur dan *toolset* yang mendukung *automated* CI pada aplikasi rekam medis.

1.3. Ruang lingkup masalah

Adapun beberapa ruang lingkup pada praktik *automated* CI yang dilakukan, adalah sebagai berikut:

1. Studi kasus yang digunakan adalah aplikasi rekam medis `medrecapp` berbasis Java *desktop* yang terdiri dari sembilan modul, yaitu modul `spesialis`, modul `jaminan`, modul `pasien`, modul `staf`, modul

perawat, modul dokter, modul tindakan, modul rekam medis dan modul pelayanan tindakan.

2. Proses pembangunan aplikasi medrecapp mencakup penyimpanan versi modul, pengujian kode program, integrasi modul dan eksekusi *build* perangkat lunak.
3. Metode VCS yang digunakan adalah *distributed* VCS dengan alur kerja *centralized workflow*.
4. Tingkatan pengujian yang dilakukan adalah *unit testing* dan *integration testing.*
5. Pengujian kode program hanya dilakukan terhadap kelas service dan kelas GUI.
6. *Build script* di-*generate* dengan menggunakan Netbeans IDE dan dimodifikasi.
7. Praktik *automated* CI yang dilakukan tidak mencakup *release build.*

1.4. Metodologi

Pada bagian ini diuraikan mengenai metodologi penelitian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Hal yang perlu dilakukan untuk melakukan studi literatur adalah mengumpulkan, mempelajari dan memahami bahan serta konsep *automated* CI, yang mencakup *version control system* (VCS), *automated testing* dan *automated build.*
2. Konsep Umum

   Menentukan ide pemikiran untuk menganalisis perbedaan konsep umum CI yang dilakukan secara manual dan menggunakan *toolset*
3. Studi kasus

   Menunjukkan perbedaan proses penerapan konsep CI yang dilakukan secara manual dan menggunakan *toolset* pada studi kasus aplikasi rekam medis medrecapp dan kesimpulan dari studi kasus.

4. Penutup

   Berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil implementasi *automated* CI pada aplikasi `medrecapp` berbasis Java *desktop* dan saran tentang prosedur, teknik dan *toolset* yang akan digunakan oleh tim lain.

BAB II
STUDI LITERATUR

Pada bab ini akan dijelaskan tentang gambaran umum praktik *automated continuous integration* (CI) dengan menggunakan bantuan *toolset*. Gambaran umum tersebut akan digunakan sebagai acuan dalam membuat kerangka kerja pembangunan perangkat lunak dengan *automated* CI. Praktik *automated* CI mencakup tiga praktik lain yaitu *version control system* (VCS), *automated testing*, dan *automated build*. Pada setiap praktik akan dijelaskan tentang perbandingan dari beberapa *tools* yang dapat mendukung praktik tersebut.

2.1. *Automated* CI

Menurut Martin Fowler, *continuous integration* adalah praktik pembangunan perangkat lunak yang dilakukan secara tim, yang mengharuskan anggotanya mengintegrasikan hasil pekerjaan mereka secara rutin [5]. Pada pembangunan perangkat lunak, proses pengintegrasian hasil pekerjaan yang berulang kali dari para *developer* adalah pekerjaan sulit jika dilakukan secara manual. Pekerjaan tersebut diotomasi dengan *tool*. Praktik CI yang dilakukan dengan bantuan *toolset* disebut dengan *automated* CI. *Automated* CI *tools* akan membantu proses pengintegrasian hasil pekerjaan para *developer*.

2.1.1. Tujuan *automated* CI

Menurut Paul M. Duvall, Steve Matyas, dan Andrew Glover, tujuan utama *automated* CI ada empat, yaitu [6]:

1. Mengurangi risiko kegagalan pembangunan perangkat lunak.

   Risiko dari pembangunan perangkat lunak yang diperoleh anggota tim, salah satunya adalah *usaha* untuk perbaikan perangkat lunak. Semakin tinggi tingkat kesalahan yang ditemukan pada perangkat lunak, maka semakin tinggi pula *usaha* yang dikeluarkan untuk perbaikan. Dengan implementasi praktik CI, pengujian akan selalu dilakukan setiap kali anggota tim mengintegrasikan

kode program, sehingga kesalahan perangkat lunak pada tingkat unit dan integrasi dapat diminimalisasi.

2. Mengurangi proses manual yang berulang.

   Sebelum anggota tim mengimplementasikan praktik *automated* CI, anggota tim sering melakukan aktivitas pembangunan perangkat lunak yang berulang secara manual. Misalnya *import database*, *compile*, *testing*, *drop database* dan *packaging*. Aktivitas tersebut mengakibatkan anggota tim mengeluarkan *usaha* yang besar. Dengan implementasi praktik *automated* CI, aktivitas manual yang berulang tersebut dapat diotomasi.

3. Membuat visibilitas proyek menjadi lebih baik.

   Pada proses pembangunan perangkat lunak yang cepat, anggota tim dituntut untuk selalu mempersiapkan semua paket aplikasi yang telah berhasil di-*build*. Dengan pengimplementasian praktik *automated* CI, semua paket aplikasi hasil *build* dapat tersimpan secara otomatis, sehingga anggota tim dapat me-*monitoring history* dari paket aplikasi. *History* tersebut akan membantu anggota tim dalam menentukan kualitas setiap paket aplikasi yang dihasilkan.

4. Meningkatkan rasa percaya diri tim terhadap perangkat lunak.

   Pembangunan perangkat lunak yang dilakukan oleh anggota tim harus minim dari kesalahan. Untuk meminimalisasi kesalahan tersebut anggota tim melakukan pengujian setiap kali melakukan *build* perangkat lunak. Dengan implementasi praktik *automated* CI, pengujian dapat diotomasi pada setiap pembuatan paket aplikasi sehingga anggota tim dapat memastikan perangkat lunak yang di-*build* minim dari kesalahan.

2.1.2. Prasyarat *automated* CI

Terdapat lima prasyarat yang harus dipenuhi oleh *developer* perangkat lunak pada praktik *automated* CI, yaitu:

1. Menggunakan VCS *tools*

   VCS *tools* digunakan untuk menyimpan hasil pekerjaan *developer* sehingga perubahan yang terjadi pada *source code* aplikasi dapat dipantau setiap waktu melalui *tool* tersebut. Diwajibkan menyimpan *code*, *tests code*,

database script, *build script*, dan *deployment script* dan dapat juga mencakup *file* pendukung *create*, *install*, *run* dan *test* aplikasi pada *version control repository* [4].

2. Menggunakan *automated build tools*

   Proses *build* dapat diotomatisasi dengan menggunakan *tools*. Otomasi *build* disimpan dalam sebuah *build script* yang digunakan untuk *compile*, *testing*, *inspection*, dan *deployment* aplikasi. Pembuatan *build script* disesuaikan dengan jenis bahasa pemrograman yang digunakan. Hasil *build script* harus diuji agar dapat dipastikan bahwa proses *build* dapat berjalan dengan baik [4].

3. Menggunakan *automated testing tools*

   Sebelum melakukan otomasi *build*, maka *developer* melakukan *testing* terhadap aplikasi terlebih dahulu. Otomasi *testing* dilakukan untuk mengurangi *usaha* yang dikeluarkan oleh *developer* dalam pengujian perangkat lunak. Proses otomasi testing membutuhkan *automated testing tool*. Otomasi *testing* disimpan dalam sebuah *build script* yang digunakan untuk pengujian aplikasi.

4. Menggunakan *automated* CI *tools*

   Automated CI *tools* digunakan untuk mengotomasi integrasi modul dan *trigger* penggunaan *automated build tools* di mesin integrasi, sehingga *developer* tidak lagi memerlukan peran seorang *integrator*. Dengan *automated* CI *tools*, *developer* dapat menjadwalkan pemeriksaan *repository* untuk mengintegrasikan modul dan pembuatan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai. Selain itu, *tools* tersebut digunakan untuk mengotomasi pemberian notifikasi kesalahan pada proses eksekusi *build*, pengarsipan paket aplikasi di mesin integrasi dan pembuatan laporan proses kemajuan perangkat lunak.

5. Membuat komitmen

   Untuk menggunakan *toolset* pada praktik *automated* CI, diperlukan komitmen dan kedisiplinan *developer* dalam mengintegrasikan modul. Misalnya, *developer* tidak menyimpan kode program yang tidak lolos pengujian. Jika terdapat *bug* pada perangkat lunak, maka *developer* perlu

memperbaikinya sesegera mungkin sebelum kode program semakin bertambah dan kompleks. *Toolset* tersebut hanyalah alat bantu untuk mendukung praktik *automated* CI. Keutamaan praktik CI secara manual dan menggunakan *toolset* adalah kedisiplinan *developer*.

2.1.3. *Tools* pendukung *automated* CI

Implementasi praktik *automated* CI membutuhkan *automated* CI *tools* yang digunakan untuk menjadwalkan eksekusi *build* perangkat lunak. Pada sub bab ini diuraikan perbandingan dua *automated* CI *tools*, yaitu Jenkins dan Travis CI. Perbandingan *tools* tersebut dibuat berdasarkan pada bahasa pemrograman, VCS *tools* yang didukung, *automated build tools* yang didukung dan kebutuhan terhadap koneksi *internet*. Perbandingan kedua *tools* dapat dilihat pada **Tabel 2-1**.

Tabel 2- 1. Perbandingan Jenkins dan Travis CI

No.	Kriteria pembanding	*Automated* CI *tools*	
		Jenkins [7]	Travis CI [8]
1.	Bahasa pemrograman		
	C	-	✓
	PHP	-	✓
	Ruby	-	✓
	.Net	✓	-
	Java	✓	-
2.	VCS *tools*		
	Git	✓	✓
	Mercurial	-	✓
	Subversion (SVN)	✓	-
	CVS	✓	-
3.	*Automated build tools*		
	Ant	✓	✓
	Maven	✓	✓
	MsBuild	✓	-
4.	Kebutuhan koneksi *internet*	-	✓

2.2. *Version control system* (VCS)

VCS adalah sebuah sistem yang mencatat setiap perubahan terhadap sebuah berkas atau kumpulan berkas sehingga memungkinkan untuk dapat kembali ke salah satu versi berkas. VCS berfungsi sebagai alat yang mengatur kode program, menyimpan versi lama dari kode program atau menggabungkan perubahan-perubahan kode program dari versi lama atau dari *developer* lain [9].

2.2.1. Tujuan VCS

Berdasarkan fungsi yang telah diuraikan sebelumnya, tujuan VCS adalah sebagai berikut [9]:

1. Mengembalikan versi berkas atau seluruh proyek ke kondisi sebelumnya.
2. Membandingkan perubahan versi berkas.
3. Melihat siapa yang terakhir melakukan perubahan pada suatu berkas yang mungkin menyebabkan masalah.
4. Melihat kapan perubahan itu dilakukan.
5. Memudahkan dalam mencari dan mengembalikan berkas yang hilang atau rusak.

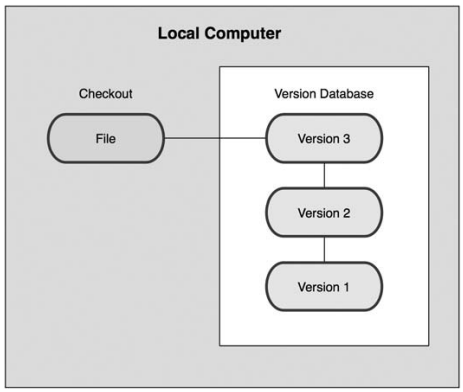
2.2.2. Metode VCS

Metode VCS adalah metode yang dapat digunakan oleh *developer* karena dapat membantu dalam mengelola versi berkas yang dibuat. Menurut Ravishankar Somasundaram, metode VCS dapat dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan modus operasi, yaitu *local* VCS, *centralized* VCS dan *distributed* VCS[10].

2.2.2.1. *Local* VCS

Local VCS adalah metode yang dalam pengimplementasiannya dikerjakan secara manual oleh seorang *developer*. Dikatakan manual karena *developer* menentukan sendiri tempat penyimpanan berkas, bentuk skema penyimpanan berkas dan mekanisme pelacakan versi berkas untuk tim.

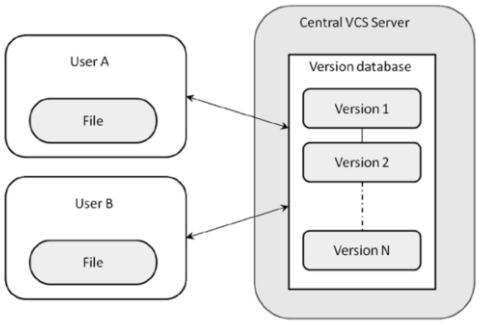
Metode ini sangat umum karena sederhana, tetapi dalam pengimplementasiannya cenderung rawan kesalahan. Contohnya, mudah lupa menempatkan lokasi direktori berada dan secara tidak sengaja menulis pada berkas yang salah atau menyalin berkas tetapi tidak bermaksud menyalinnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, *developer* mengembangkan berbagai *local* VCS yang memiliki *database* sederhana untuk menyimpan semua perubahan berkas (lihat **Gambar2-1**) [9].



Gambar 2-1. *Local* VCS *Diagram*

2.2.2.2. *Centralized* VCS

Centralized VCS dikembangkan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh *developer*. Pada umumnya masalah yang dihadapi adalah perlu adanya kolaborasi antar *developer* dan menjaga versi berkas di *server* (lihat **Gambar 2-2**). *Centralized* VCS ini telah menjadi standar untuk VCS dalam waktu yang cukup lama [9].



Gambar 2-2. *Centralized* VCS *Diagram*

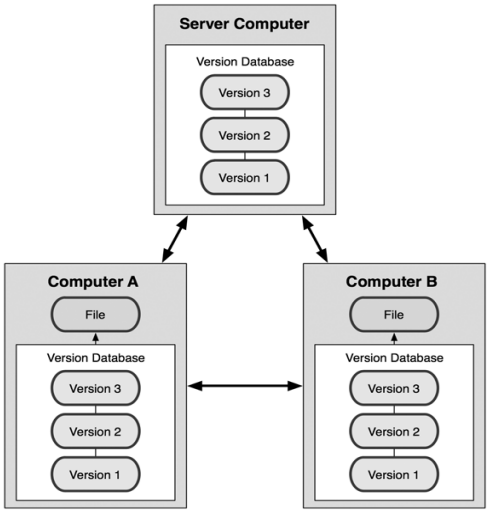
Jika *developer* melakukan perubahan pada satu berkas atau lebih, maka versi yang diambil adalah versi berkas terakhir. *Centralized* VCS tidak hanya menyediakan akses ke suatu berkas secara otomatis, tetapi juga memberikan *history* dari setiap pekerjaan yang dikerjakan *developer* lain. Berkas tersebut disimpan dalam satu lokasi yang dapat di-*share* ke anggota lain yang disebut *server* [10].

2.2.2.3. *Distributed* VCS

Distributed VCS adalah metode yang digunakan untuk mempermudah *developer* dalam membangun perangkat lunak secara tim pada lokasi yang berbeda. *Distributed* VCS memudahkan *developer* agar tidak hanya memeriksa perubahan

terbaru dari berkas tetapi menyalin secara keseluruhan dari repositori tersebut. Sehingga jika *server* mati, secara lengkap data dapat disalin kembali dari salah satu repositori lokal ke *server*. Setiap data yang disalin memiliki salinan lengkap dari semua data (lihat **Gambar 2-3**). Selain itu, *distributed* VCS dapat bekerja dengan menggunakan *repository* yang lokasinya jauh, sehingga memudahkan untuk berkolaborasi dengan *developer* lain secara bersamaan dalam satu proyek [10]. Tujuan utama dari *distributed* VCS sama dengan metode VCS lainnya, hanya saja berbeda pada cara komunikasi *developer* terhadap perubahan versi berkas [11].

Distributed VCS dirancang untuk menyimpan seluruh sejarah dari berkas pada setiap direktori lokal dan melakukan sinkronisasi antara mesin lokal dan *server* jika terjadi perubahan berkas pada mesin lokal. Perubahan tersebut dapat dilakukan oleh beberapa *developer* sehingga menyediakan lingkungan kerja yang kolaboratif [10].



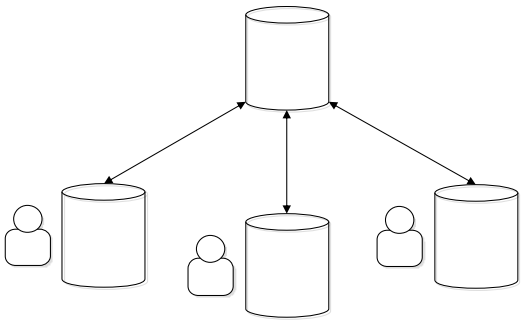
Gambar 2-3. *Distributed* VCS *Diagram*

Pada *distributed* VCS terdapat *tools* yang dapat mendukung pekerjaan *developer* dalam mengembangkan berbagai aplikasi. Setiap *tool* yang mendukung *distributed* VCS memiliki *workflow* yang berbeda. Secara umum *workflow* yang mendukung *distributed* VCS adalah:

1. *Centralized workflow*

   Alur kerja pada proyek *distributed* VCS dapat dikembangkan dengan cara yang sama seperti pada *centralized* VCS, tetapi memiliki beberapa

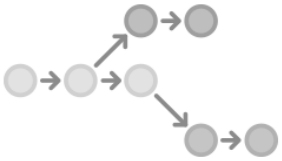
perbedaan. Pertama, setiap *developer* diberikan salinan lokal sendiri dari seluruh proyek. Kedua, setiap *developer* diberikan akses terhadap percabangan dan penggabungan versi. Percabang *distributed* VCS dirancang untuk mengintegrasikan kode program dan berbagi perubahan antar *repository*.



Gambar 2-4. *Centralized Workflow*

2. *Feature branch workflow*

   Feature branch workflow adalah pengembangan fitur yang dilakukan oleh *developer* pada cabang khusus bukan pada cabang utama. Enkapsulasi ini memudahkan *developer* untuk bekerja pada fitur tertentu dan memberikan keuntungan besar untuk lingkungan integrasi yang berkesinambungan, sehingga pada cabang utama tidak akan pernah berisi kode yang rusak.



Gambar 2-5. *Feature Branch Workflow*

2.2.3. *Tools* pendukung VCS

Setiap *developer* membutuhkan VCS *tools* dalam pembangunan perangkat lunak yang dikerjakan. Pemilihan VCS *tools* harus sesuai dengan kebutuhan *developer*. Penggunaan VCS *tools* umumnya didukung oleh jasa penyedia layanan *repository* terpusat. Pemilihan jasa penyedia layanan *repository* terpusat *tersebut* didasarkan pada VCS *tools* yang digunakan. Penjelaskan perbandingan VCS *tools*

dan jasa penyedia layanan *repository* pusat dapat dilihat pada **Tabel 2-2** dan **Tabel 2-3**, yang dirangkum dari berbagai referensi [9] [10] [12] [13] [14] [15].

Tabel 2-2. Perbandingan VCS *tools*

No	Informasi dan Fitur (penamaan Git)	VCS *tools*					
		SCCS [10]	**RCS** [12]	**CVS** [13]	**Subversion** [14]	**Mercurial** [15]	**Git** [9]
1.	Modus Operasi	*Local*	*Local*	CVCS	CVCS	DVCS	DVCS
2.	*Platform*	Unix, Win	Unix	Unix, Win	Unix, Win, OS X	Unix, Win, OS X	Unix, Win, OS X
3.	*Atomic*	-	-	-	✓	✓	✓
4.	*Tag*	✓	-	✓	✓	✓	✓
5.	*Rename Folder/file*	-	-	✓	✓	✓	✓
6.	*Repository Init*	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7.	*Clone*	-	-	✓	✓	✓	✓
8.	*Pull*	-	-	✓	-	✓	✓
9.	*Push*	-	-	-	✓	✓	✓
10.	*Local Branch*	-	✓	✓	✓	✓	✓
11.	*Checkout*	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12.	*Update*	-	-	✓	✓	✓	✓
13.	*Add*	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14.	*Remove*	-	-	✓	✓	✓	✓
15.	*Move*	-	-	-	✓	✓	✓
16.	*Merge*	-	✓	✓	✓	✓	✓
17.	*Commit*	-	✓	✓	✓	✓	✓
18.	*Revert*	-	-	✓	✓	✓	✓
19.	*Rebase*	-	-	-	-	✓	✓
20.	*Roll-back*	✓	-	-	-	✓	✓
21.	*Bisect*	-	-	-	-	✓	✓
22.	*Remote*	-	-	✓	✓	✓	✓
23.	*Stash*	-	-	-	✓	✓	✓

Jasa penyedia layanan *repository* pusat yang akan dibandingkan diantaranya ada tiga yaitu Bitbucket, Github dan Googlecode. Masing-masing jasa layanan tersebut akan dibandingkan berdasarkan kelebihan fiturnya.

Tabel 2-3. Perbandingan jasa penyedia layanan *repository* pusat

No	Kelebihan fitur	Jasa penyedia layanan *repository* pusat		
		Bitbucket [16]	**Github** [17]	**Googlecode** [18]
1.	*Fork*	✓	✓	-
2.	*Branch*	✓	✓	-
3.	*Clone*	✓	✓	✓
4.	*Private Repository*	✓	✓	-
5.	*Public Repository*	✓	✓	✓
6.	*Team Repository*	✓	✓	-
7.	*Milestone*	✓	✓	-
8.	*Wiki*	✓	✓	✓
9.	*Compare*	✓	✓	-
10.	*Binary File*	✓	✓	-

11.	*Code Review*	✓	✓	✓
12.	*Mailing List*	✓	✓	-
13.	*Pull Request*	✓	✓	-
14.	*Issue Tracking*	✓	✓	✓
15.	*Import/Export Repository*	✓	✓	-
16.	*Pulse/Graffic*	-	✓	-
17.	*Network*	-	✓	-
18.	VCS *Tools Support*	Git dan Mercurial	SVN dan Git	Mercurial, Git dan SVN

2.3. *Automated testing*

Keberhasilan pembangunan *software* sangat ditentukan oleh hasil dari pengujian. Jika proses pengujian dilakukan dengan benar, maka *software* yang telah melewati pengujian tersebut dapat memiliki kualitas yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Menurut Glenford J. Myers, *software testing* adalah suatu proses atau serangkaian proses pengujian yang dirancang oleh *developer* untuk memastikan bahwa kode program berfungsi sesuai dengan apa yang dirancang [19]. Inti dari *software testing* adalah verifikasi dan validasi *software*. Menurut Roger S. Pressman, verifikasi mengacu pada serangkaian kegiatan yang memastikan bahwa *software* telah mengimplementasi sebuah fungsi tertentu dengan cara yang benar. Sedangkan validasi mengacu pada satu set aktifitas yang memastikan bahwa *software* yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan *customer* [20].

Pengujian yang dilakukan secara manual membutuhkan prosedur baku dan ketelitian dari orang yang berperan sebagai penguji. Pada pembangunan perangkat lunak dengan CI, proses pengujian akan dilakukan secara berulang kali, sehingga pengujian manual rawan terhadap kesalahan. *Automated testing* adalah proses pengujian *software* yang menggunakan bantuan *tool* pengujian. Proses pengujian dirancang agar dapat dilakukan secara otomatis oleh *tool* tersebut. *Tool* pengujian sangat diperlukan untuk membantu proses pengujian yang sifatnya berulang dan banyak.

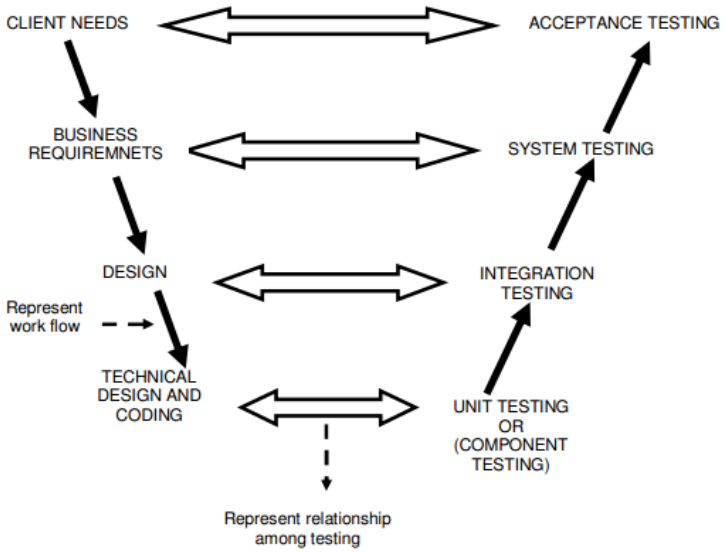
2.3.1. Tujuan *automated testing*

Tujuan penerapan praktik *automated testing* antara lain untuk mengotomasi proses eksekusi pengujian, proses analisis hasil pengujian, proses simulasi interaktif dan proses pembuatan kerangka pengujian [21].

1. Otomasi proses eksekusi pengujian. Dengan menerapkan praktik *automated testing*, semua pengujian dapat dieksekusi secara otomatis oleh *tool* pengujian. Untuk mengotomasi proses tersebut *developer* perlu membuat cakupan rangkaian pengujian terlebih dahulu. Dengan otomasi eksekusi pengujian, *developer* tidak lagi mengeksekusi pengujian satu per satu.
2. Otomasi proses analisis hasil pengujian. *Developer* dapat dimudahkan dalam menganalisis hasil pengujian perangkat lunak. Dengan menerapkan praktik *automated testing*, semua informasi hasil pengujian akan ditampilkan oleh *tool* pengujian kepada *developer* secara otomatis.
3. Otomasi proses simulasi interaktif. Produk perangkat lunak yang memerlukan interaksi dengan pengguna, tidak dapat diuji hanya dengan perintah baris kode saja. Untuk menguji antarmuka perangkat lunak tersebut, *tool* pengujian dapat digunakan untuk berinteraksi dengan antarmuka perangkat lunak secara otomatis.
4. Otomasi pembuatan kerangka pengujian. Untuk menguji perangkat lunak umumnya *developer* perlu membuat kerangka pengujian terlebih dahulu. Kerangka pengujian tersebut digunakan *developer* sebagai acuan dalam menguji perangkat lunak. Dengan *tool* pengujian, kerangka pengujian tersebut dapat dihasilkan secara otomatis, sehingga *developer* tidak lagi membuat kerangka pengujian secara manual.

2.3.2. Tingkatan *testing*

Menurut Patrick Oladimeji, untuk meningkatkan kualitas pengujian perangkat lunak dan menghasilkan metodologi pengujian yang sesuai di beberapa proyek, proses pengujian dapat diklasifikasikan ke tingkat yang berbeda [22]. Tingkatan pengujian memiliki struktur hirarki yang tersusun dari bawah ke atas (lihat **Gambar 2-6**). Setiap tingkatan pengujian ditandai dengan jenis *environment* yang berbeda misalnya *user*, *hardware*, data, dan *environtment variable* yang bervariasi dari setiap proyek. Setiap tingkatan pengujian yang telah dilakukan dapat merepresentasikan *milestone* pada suatu perencanaan proyek [23].



Gambar 2-6. *Tingkatan software testing*

2.3.2.1. *Unit testing*

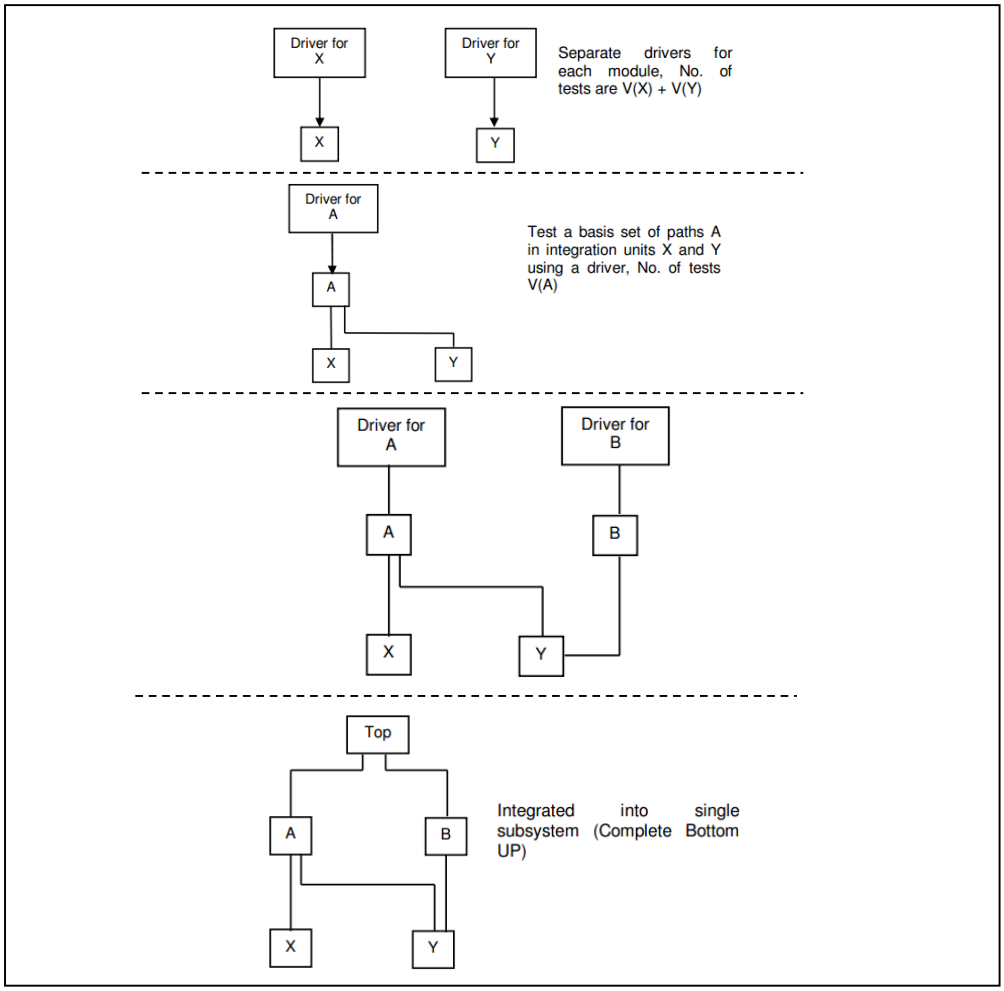
Unit testing juga dikenal sebagai pengujian komponen atau bagian terkecil dari perangkat lunak. Pengujian unit berada di tingkat pertama atau pengujian tingkat terendah. Pada tingkat pengujian unit, masing-masing unit *software* akan diuji. Pengujian unit umumnya dilakukan oleh seorang *programmer* yang membuat unit atau modul tertentu. *Unit testing* membantu menampilkan *bug* yang mungkin muncul dari suatu kode program. *Unit testing* berfokus pada implementasi dan pemahaman yang detil tentang spesifikasi fungsional.

2.3.2.2. *Integration testing*

Integration testing adalah pengujian yang melibatkan penggabungan modul dari suatu program. Tujuan dari pengujian integrasi adalah untuk memverifikasi fungsional pogram serta kinerja dan kehandalan persyaratan yang ditempatkan pada *item* desain utama. Sekitar 40% dari kesalahan perangkat lunak dapat ditemukan selama pengujian integrasi, sehingga kebutuhan *integration testing* tidak dapat diabaikan [23]. Tujuan utama pengujian integrasi adalah untuk meningkatkan struktur integrasi secara keseluruhan sehingga memungkinkan pengujian yang detil pada setiap tahap dan meminimalkan kegiatan yang sama. Pengujian integrasi secara *incremental* dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu *bottom-up* dan *top-down*.

1. *Bottom-up integration*

Pada pendekatan *bottom-up integration*, pengujian dimulai dari bagian modul yang lebih rendah (lihat **Gambar 2-7**). *Bottom-up integration* menggunakan *test driver* untuk mengeksekusi pengujian dan memberikan data yang sesuai untuk modul tingkat yang lebih rendah. Pada setiap tahap *bottom-up integration*, unit di tingkat yang lebih tinggi diganti dengan *driver* (*driver* membuang potongan-potongan kode yang digunakan untuk mensimulasikan prosedur panggilan untuk modul *child*) [23].

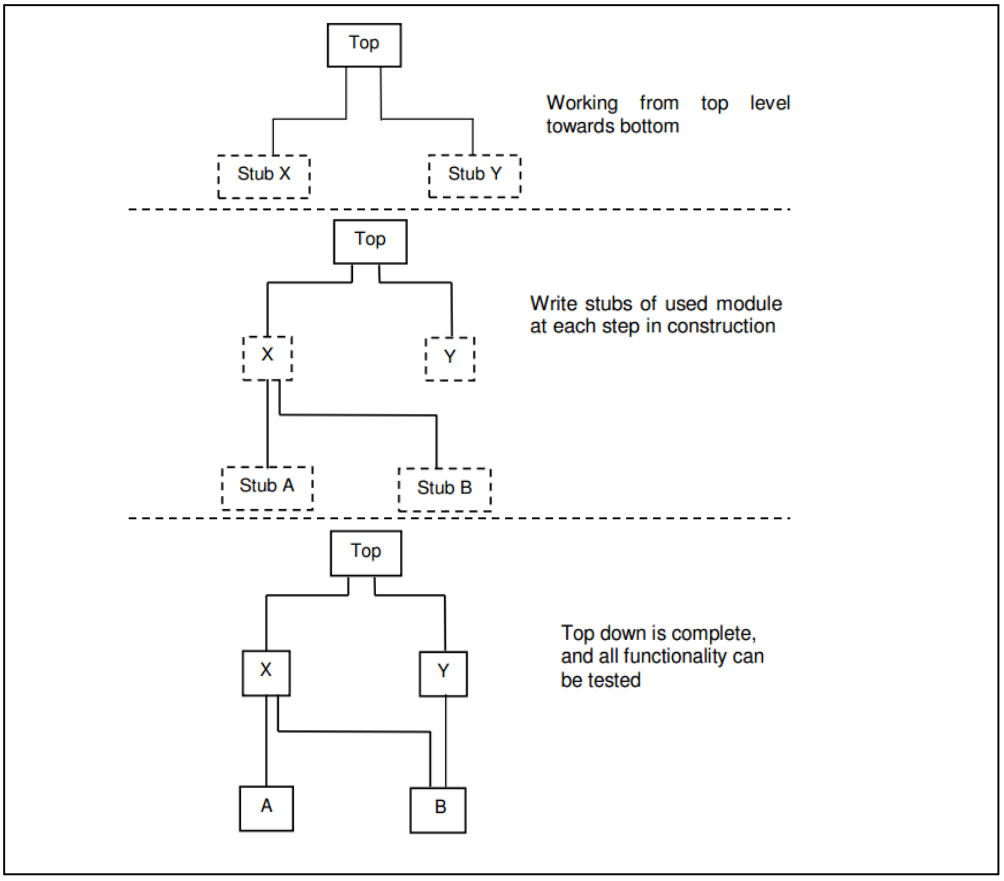


Gambar 2-7. Pengujian integrasi dengan strategi *bottom-up*

2. *Top-down integration*

Pengujian *top-down integration* dimulai dari modul *parent* dan kemudian ke modul *child*. Setiap tingkat modul yang lebih rendah, dapat dihubungkan dengan *stub* atau pengganti modul tingkat bawah yang belum

ada (lihat **Gambar 2-8**). *Stub* yang ditambahkan pada tingkat yang lebih rendah akan diganti dengan komponen yang sebenarnya. Pengujian tersebut dapat dilakukan mulai dari luasnya terlebih dahulu ataupun kedalamannya. Penguji dapat memutuskan jumlah *stub* yang harus diganti sebelum tes berikutnya dilakukan. Sebagai *prototipe*, sistem dapat dikembangkan pada awal proses proyek. *Top-down integration* dapat mempermudah pekerjaan dan desain *defect* dapat ditemukan serta diperbaiki lebih awal. Tetapi, satu kelemahan dengan pendekatan *top-down* adalah *developer* perlu bekerja ekstra untuk menghasilkan sejumlah besar *stub* [23].



Gambar 2-8. Pengujian integrasi dengan strategi *top-down*

2.3.2.3. *System testing*

Tingkatan utama pengujian atau inti dari pengujian adalah pada tingkat *system testing* [23]. Fase ini menuntut keterampilan tambahan dari seorang *tester* karena berbagai teknik struktural dan fungsional dilakukan pada fase ini. Pengujian sistem dilakukan ketika sistem telah di-*deploy* ke lingkungan standar dan semua

komponen yang diperlukan telah dirilis secara *internal*. Selain uji fungsional, pengujian sistem dapat mencakup konfigurasi pengujian, keamanan, pemanfaatan optimal sumber daya dan kinerja sistem. *System testing* diperlukan untuk mengurangi biaya dari perbaikan, meningkatkan produktifitas dan mengurangi risiko komersial. Tujuan utama dari pengujian sistem adalah untuk mengevaluasi sistem secara keseluruhan dan bukan per bagian.

2.3.2.4. *Acceptance testing*

A*cceptance testing* adalah tingkat pengujian perangkat lunak yang menguji sistem untuk menilai bahwa fungsi-fungsi yang ada pada sistem tersebut telah berjalan dengan benar dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Umumnya, pada tingkat *acceptance testing* diperlukan keterlibatan dari satu atau lebih pengguna untuk menentukan hasil pengujian. *Acceptance testing* dilakukan sebelum membuat sistem yang tersedia untuk penggunaan aktual. *Acceptance testing* juga dapat melibatkan pengujian kompatibilitas apabila sistem dikembangkan untuk menggantikan sistem yang lama. Pada tingkat *acceptance testing*, pengujian harus mencakup pemeriksaan kualitas secara keseluruhan, operasi yang benar, skalabilitas, kelengkapan, kegunaan, portabilitas dan ketahanan komponen fungsional yang disediakan oleh sistem perangkat lunak.

2.3.3. *Tools* pendukung *automated testing*

Berikut adalah beberapa *tools* pendukung praktik *automated testing* yang dirangkum dari berbagai referensi berdasarkan bahasa pemrograman yang dapat digunakan (lihat **Tabel 2-4**) dan kelebihan fitur dari setiap *tools* (lihat **Tabel 2-5**).

Tabel 2-4. *Tools* pendukung praktik *automated testing* berdasarkan bahasa pemrograman

No	*Automated testing tools*	Bahasa pemrograman		
		Java	PHP	.NET
1	JUnit [24]	✓	-	-
2	FEST [25]	✓	-	-
3	TestComplete [26]	✓	✓	✓
4	PHPUnit [27]	-	✓	-
5	Selenium IDE [28]	✓	✓	✓
6	NUnit [29]	-	-	✓
7	JMeter [30]	✓	✓	✓

Fitur-fitur yang akan digunakan sebagai perbandingan dari beberapa *testing tools* antara lain dukungan terhadap aplikasi berbasis *web* dan *desktop*, dukungan

terhadap pengujian GUI, lisensi *tools*, dan dukungan terhadap tingkat pengujian perangkat lunak.

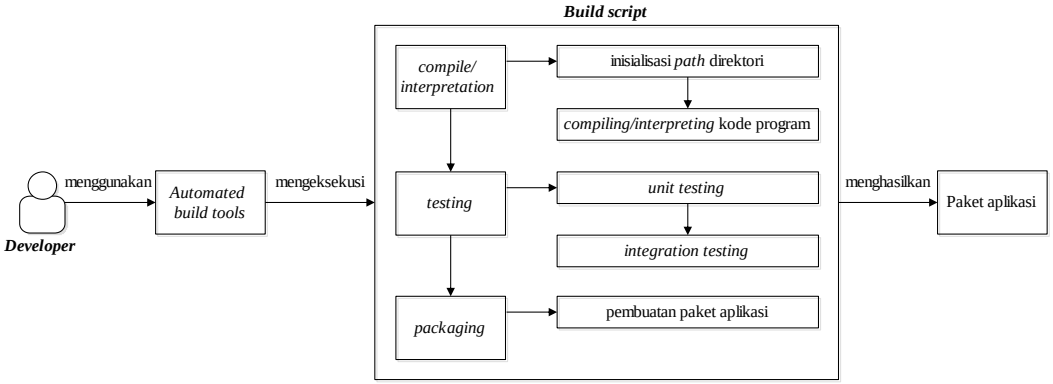
Tabel 2-5. *Tools* pendukung praktik *automated testing* berdasarkan fitur

No	*Testing tools*	Fitur							
		Desktop base	***Web base***	***GUI test***	***Open source***	**Tingkatan pengujian**			
						Unit	**Integrasi**	**Sistem**	***Acceptance***
1	JUnit [24]	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
2	FEST [25]	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-
3	TestComplete [26]	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
4	PHPUnit [27]	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
5	Selenium IDE [28]	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	NUnit [29]	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
7	JMeter [30]	-	✓	-	✓	-	-	✓	-

2.4. *Automated build*

Build perangkat lunak adalah serangkaian proses yang di-*trigger* oleh *developer* pada pembangunan perangkat lunak hingga membentuk paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai. *Build* perangkat lunak harus disesuaikan dengan jenis bahasa pemrograman yang digunakan. Pada umumnya, bahasa pemrograman ada dua tipe, yaitu kompilasi dan interpretasi. Pada bahasa pemrograman interpretasi, proses *build* terdiri dari *interpretation* dan *packaging*. Pada bahasa pemrograman yang bersifat kompilasi, proses *build* terdiri dari *compile* dan *packaging*.

Umumnya, proses *build* di-*trigger* oleh *developer* ketika akan menggabungkan hasil pekerjaannya sendiri maupun hasil dari keseluruhan pekerjaan *developer* yang lain. Proses *automated build* pada perangkat lunak seharusnya digambarkan pada **Gambar 2-9**.



Gambar 2-9. Proses *automated build* pada perangkat lunak

Proses *build* perangkat lunak tersebut dapat diotomasi dengan menggunakan *build script*. *Build script* adalah *script* yang seharusnya terdiri dari proses *compile/intepretation*, *testing* dan *packaging* yang akan dieksekusi oleh *automated build tools*. Pada *build script*, terdapat serangkaian *target* yang terdiri dari beberapa *task*. Setiap *target* dapat memiliki dependensi terhadap *target* lain. *Target* adalah tujuan dari salah satu proses *build* yang akan dieksekusi oleh *automated build tools*. Untuk mencapai *target* tersebut, maka *developer* perlu membuat satu atau lebih aktivitas (*task*). Misalnya, ketika *automated build tools* mengeksekusi *target compile/intepretation, automated build tools* akan mengeksekusi *target* inisialisasi *path* direktori terlebih dahulu.

2.4.1. Tingkatan *automated build*

Menurut Paul M. Duval, Steve Matyas dan Andrew Glover, ada tiga tingkatan *automated build* pada proses pembangunan perangkat lunak. Ketiga tingkatan *automated build* tersebut dieksekusi berdasarkan kepentingan individu (setiap *developer*), kepentingan tim (para *developer*) dan pengguna perangkat lunak (*customer*). Ketiga tingkatan *automated build* tersebut adalah *private build*, *integration build* dan *release build* [6].

2.4.1.1. *Private build*

Private build adalah proses *build* perangkat lunak yang dieksekusi oleh *automated build tools* pada mesin lokal setiap *developer*. *Private build* di-*trigger developer* sebelum mengintegrasikan keseluruhan perubahan kode program dari *developer* lain. Tujuan *private build* adalah untuk memastikan hasil *build* pada mesin lokal *developer* benar, sehingga tidak akan merusak *build* pada mesin integrasi.

2.4.1.2. *Integration build*

Integration build adalah proses *build* perangkat lunak yang dieksekusi oleh *automated build tools* mengintegrasikan perubahan kode program dari para *developer*. Tujuan *integration build* adalah untuk memperoleh paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai. Secara ideal, *integration build* harus dieksekusi pada mesin integrasi atau terpisah dari mesin lokal para *developer*.

Menurut Marthin Fowler, *integration build* dapat diklasifikasikan berdasarkan perbedaan tipenya. Klasifikasi tersebut dinamakan *staged build*. *Staged build* terdiri dari dua bagian, yaitu [6]:

1. *Commit build* adalah *integration build* yang tercepat (kurang dari 10 menit) dan mencakup *compile* dan *unit test*.
2. *Secondary build* adalah *integration build* yang mengeksekusi pengujian dengan proses pengeksekusian yang lebih lama misalnya *system test*, *performance test* atau *automated inspection*.

2.4.1.3. *Release build*

Release build adalah proses *build* perangkat lunak yang dieksekusi oleh *automated build tools* untuk merilis paket aplikasi. Proses pada *release build* harus mencakup *acceptance test*. *Release build* dapat dipersiapkan untuk diuji oleh pihak *quality assurance* jika *developer* menggunakan mesin terpisah. Tujuan *build* ini adalah membuat media instalasi yang dieksekusi pada *customer environment*.

2.4.2. *Tools* pendukung *automated build*

B*uild script* perangkat lunak dibuat *developer* berdasarkan jenis bahasa pemrograman. Perbandingan beberapa *automated build tools* dibahas pada **Tabel 2-6**. Perbandingan *tools* tersebut dibuat berdasarkan pada bahasa pemrograman yang didukung, fleksibilitas terhadap dependensi *library* dan kebutuhan terhadap koneksi *internet*.

Tabel 2-6. Perbandingan *automated build tools*

No	Informasi dan Fitur	*Automated build tools*		
		Ant [31]	**Maven** [32]	**Phing** [33]
1.	Bahasa Pemrograman			
	Java	✓	✓	-
	C	✓	-	-
	C++	✓	-	-
	PHP	-	-	✓
2.	Fleksibilitas terhadap dependensi *library*	-	✓	-
3.	Kebutuhan terhadap koneksi *internet*	-	✓	-

BAB III
KONSEP UMUM *CONTINUOUS INTEGRATION* SECARA MANUAL DAN MENGGUNAKAN *TOOLSET*

Bab ini berisi penjelasan tentang analisis dari konsep umum pembangunan perangkat lunak dengan *continuous integration* (CI) yang dilakukan secara manual dan menggunakan *toolset*. Analisis tersebut dilakukan untuk menunjukkan perbedaan konsep dari keduanya. Konsep umum pembangunan perangkat lunak dengan CI secara manual mencakup konsep penyimpanan versi secara manual, konsep pengujian kode program secara manual, konsep eksekusi *build* secara manual, dan konsep integrasi modul secara manual. Sedangkan konsep umum dari pembangunan perangkat lunak dengan CI menggunakan *toolset* yaitu mencakup konsep penyimpanan versi dengan *version control system* (VCS) *tools*, konsep pengujian kode program dengan *automated testing tools*, konsep eksekusi *build* dengan *automated build tools*, dan konsep integrasi modul dengan *automated* CI *tools*.

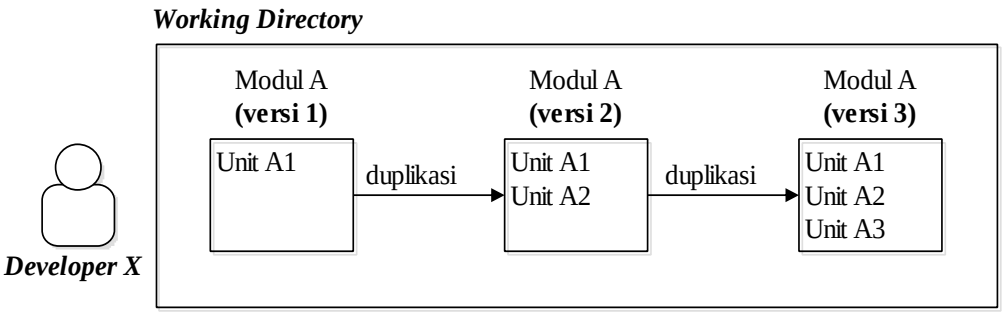
3.1. Konsep umum CI secara manual

CI adalah praktik pembangunan perangkat lunak yang dilakukan secara tim dengan membagi pekerjaan berdasarkan modul pada perangkat lunak. Praktik tersebut mengharuskan setiap anggota tim untuk mengintegrasikan modul hasil pekerjaan mereka secara rutin. Tim yang membangun perangkat lunak dengan CI secara manual, umumnya tidak menggunakan bantuan *toolset*. Kegiatan manual yang dilakukan tim tersebut mencakup penyimpanan versi, pengujian kode program, eksekusi *build* dan integrasi modul.

3.1.1. Konsep penyimpanan versi secara manual

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang konsep penyimpanan versi yang umum dilakukan tim pada praktik CI tanpa menggunakan bantuan VCS *tools*. Penyimpanan versi dilakukan tim untuk menyimpan *history* dari setiap perubahan modul. Tim yang tidak menggunakan bantuan VCS *tools* umumnya akan

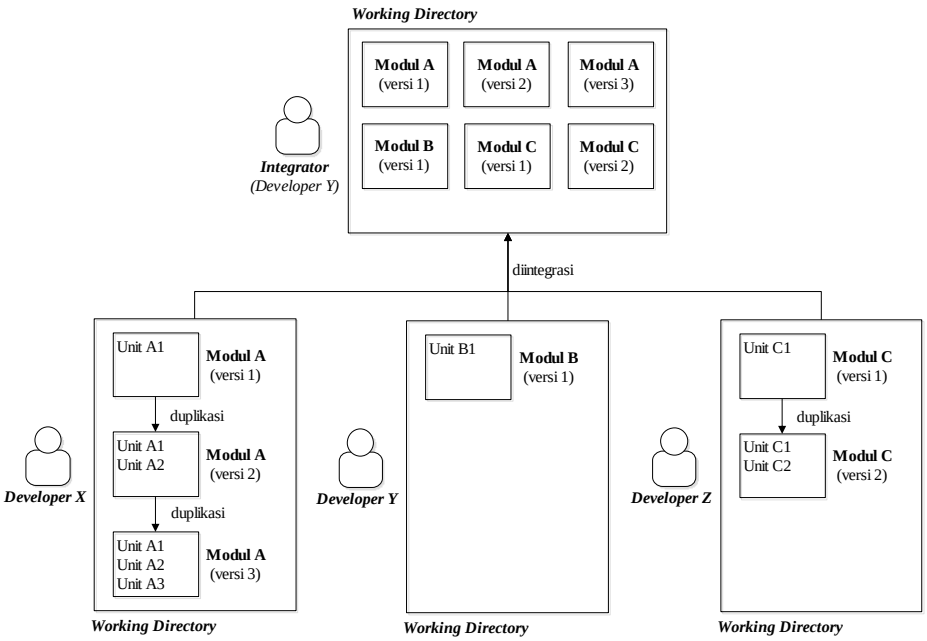
menduplikasi modul sebelum mengubah modul tersebut. Hasil duplikasi modul digunakan tim sebagai *backup* untuk melakukan *rollback* terhadap modul yang belum diubah. Untuk membedakan hasil dari setiap duplikasi modul, tim perlu melakukan penamaan versi dan menambahkan informasi tentang detil perubahan yang telah dilakukan pada modul tersebut.



Penjelasan:
Developer X menyimpan versi dari modul A yang sudah diubah tanpa menggunakan bantuan VCS *tools*. *Developer X* menduplikasi modul A sebelum mengubahnya. Hasil duplikasi modul A digunakan *developer X* sebagai *backup* untuk melakukan *rollback* terhadap versi modul A sebelumnya yang belum diubah. *Developer X* melakukan penamaan versi untuk membedakan setiap hasil duplikasi dan mencatat detil isi perubahan setiap modul secara manual.

Gambar 3-1. Penyimpanan versi dengan cara manual

Setiap versi modul yang dibuat para anggota tim, umumnya akan disimpan di tempat penyimpanan versi terpusat. Kegiatan tersebut dilakukan agar mereka tidak salah dalam memahami versi modul yang telah mereka buat. Tim yang tidak menggunakan VCS *tools*, umumnya akan membutuhkan seorang *integrator* untuk mengelola semua versi modul di tempat penyimpanan versi terpusat. *Integrator* tersebut akan memilih versi dari setiap modul yang akan dijadikan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai.



Penjelasan:
Developer Y berperan sebagai *integrator* yang akan mengelola versi modul di tempat penyimpanan versi terpusat. Setiap versi modul yang dibuat para *developer* perlu disimpan di tempat penyimpanan versi terpusat, agar mereka tidak salah dalam memahami versi modul yang telah mereka buat. *Developer* yang membutuhkan modul hasil pekerjaaan *developer* lain, dapat mengambil versi modul tersebut dari tempat penyimpanan versi terpusat. Semua versi modul di tempat penyimpanan versi terpusat akan dikelola oleh *integrator* sebelum dijadikan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai. Ukuran kapasitas tempat penyimpanan terpusat akan semakin membesar seiring dengan bertambahnya jumlah versi modul yang telah dibuat para *developer*.

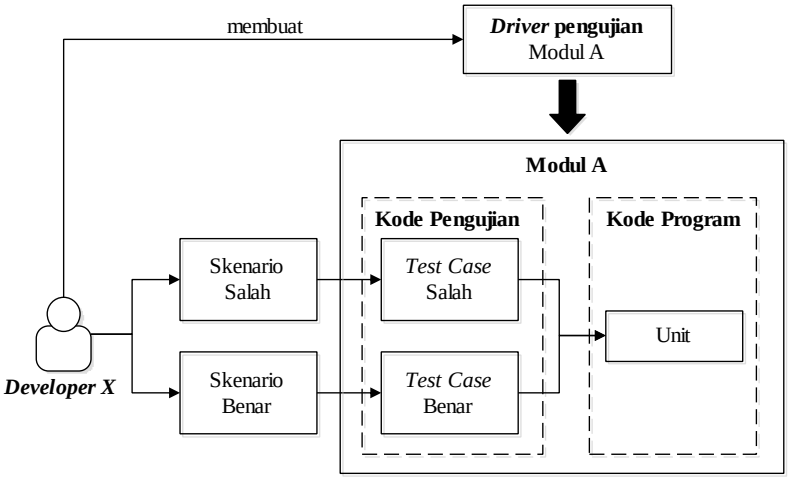
Gambar 3-2. Penggabungan versi modul secara manual

3.1.2. Konsep pengujian kode program secara manual

Modul yang dikerjakan setiap anggota tim akan ditambahi unit-unit kode program. Setiap unit yang ditambahi ke dalam modul harus diuji. Pengujian unit dilakukan setiap anggota tim untuk memastikan bahwa *functional requirement* dari modul yang telah dibuat dapat dieksekusi serta minim dari kesalahan.

Untuk menguji setiap unit dari modul tersebut, tim memerlukan kode pengujian unit. Pada setiap kode pengujian, anggota tim akan menambahkan satu atau lebih kasus uji untuk menguji satu unit kode program. Umumnya, tim yang tidak menggunakan bantuan *automated testing tools* perlu membuat *driver* pengujian pada setiap kode pengujian. *Driver* pengujian digunakan setiap anggota tim untuk mengeksekusi kode pengujian tersebut. Ketika terjadi kesalahan pada satu atau

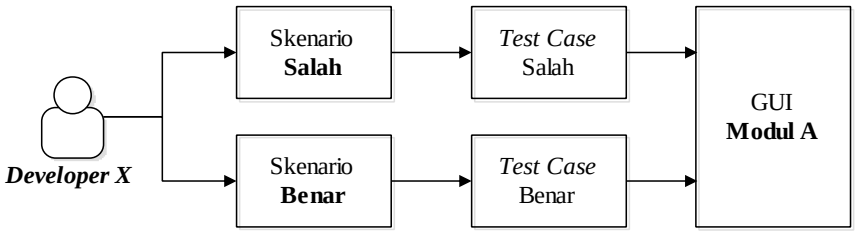
lebih hasil pengujian, anggota tim perlu memperbaikinya dan mengeksekusi kembali semua *driver* pengujian dari awal.



Penjelasan:
Developer X melakukan pengujian unit tanpa menggunakan bantuan *automated testing tools*. *Developer X* menguji unit pada modul A dengan membuat kode pengujian. Kode pengujian berisi *test case* berdasarkan skenario yang telah dibuat oleh *developer X*. Setiap unit kode program, dapat diuji dengan lebih dari satu *test case*. Untuk mengeksekusi kode pengujian unit pada modul A, *developer X* perlu membuat *driver* pengujian modul A.
Jika *developer X* membuat tiga modul, maka *developer X* perlu membuat tiga *driver* pengujian. Ketika terjadi kesalahan pada salah satu hasil pengujian, *developer X* perlu memperbaikinya dan mengeksekusi kembali ketiga *driver* pengujian tersebut satu per satu.

Gambar 3- 3. Pengujian unit secara manual

Pada pengujian unit di komponen GUI *(Graphical User Interface)*, anggota tim perlu membuat skenario salah dan benar terhadap komponen GUI pada modul tersebut. Umumnya, anggota tim yang tidak menggunakan bantuan *automated testing tools* akan melakukan skenario salah dan benar terhadap komponen GUI secara manual. Pengujian unit pada komponen GUI dilakukan tim untuk memastikan bahwa antarmuka modul dapat berfungsi seperti yang diharapkan serta dapat memenuhi spesifikasi dan persyaratan.

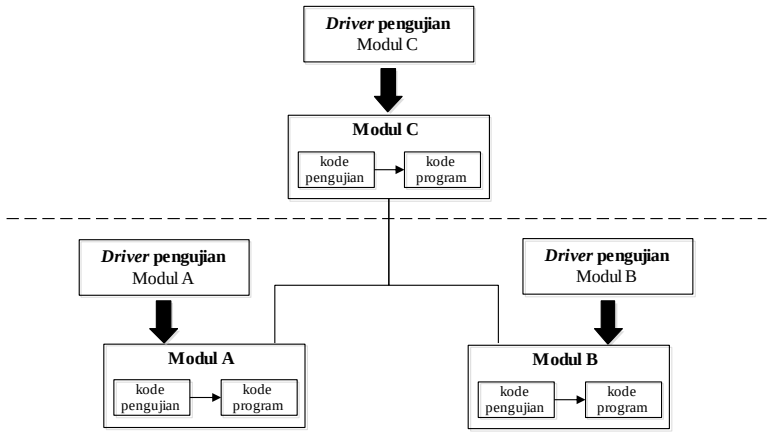


Penjelasan:
Developer X melakukan pengujian unit pada komponen GUI modul A tanpa menggunakan bantuan *automated testing tools*. *Developer X* menguji unit pada komponen GUI dengan cara menjalankan antarmuka modul A kemudian melakukan skenario salah dan benar secara manual terhadap antarmuka modul A.
Setiap skenario benar dan salah dapat terdiri lebih dari satu *test case*. Ketika GUI modul A diubah, *developer X* perlu mengulangi kembali semua skenario salah dan benar dari awal untuk memastikan bahwa antarmuka modul tetap berfungsi seperti yang diharapkan.

Gambar 3-4. Pengujian unit pada GUI secara manual

Pengujian integrasi perlu dilakukan terhadap modul-modul yang berdependensi dengan modul yang lain. Pengujian integrasi dilakukan anggota tim untuk menguji kombinasi modul sebagai satu kesatuan modul perangkat lunak dan menampilkan kesalahan pada interaksi antar unit yang terintegrasi.

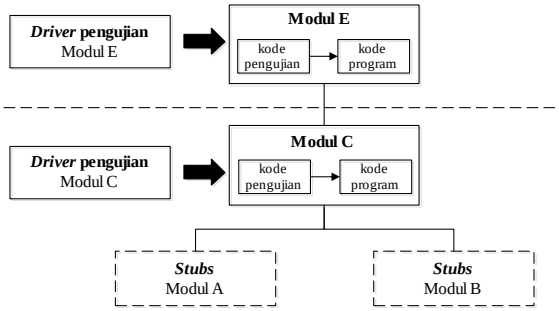
Untuk melakukan pengujian integrasi, tim perlu menentukan strategi pengujian integrasi terlebih dahulu. Strategi pengujian integrasi yang dilakukan secara *incremental*, diklasifikasikan menjadi dua cara yaitu *top-down* dan *bottom-up*. Pada strategi *bottom-up*, tim akan menguji integrasi modul dari tingkat bawah ke tingkat atas. Anggota tim yang menguji modul tingkat atas, perlu menguji modul tingkat bawah terlebih dahulu. Kegiatan tersebut dilakukan anggota tim agar dapat mengetahui penyebab pasti kesalahan pada modul tingkat atas. Umumnya, anggota tim yang tidak menggunakan bantuan *automated testing tools*, akan menguji integrasi modul dengan mengeksekusi *driver* pengujian modul dan menguji antarmuka modul pada modul tingkat bawah secara manual.



Penjelasan:
Terdapat tiga modul yang akan diintegrasikan yaitu modul A, B dan C. Modul C tergantung kepada modul A dan B. Modul-modul tersebut diintegrasikan dengan strategi *bottom-up*. *Developer* yang mengerjakan modul C, perlu menguji integrasi modul C dengan modul A dan modul B. Sebelum menguji modul C, *developer* tersebut perlu untuk menguji modul tingkat bawah terlebih dahulu, agar *developer* tersebut dapat mengetahui penyebab kesalahan yang terjadi pada modul tingkat atas. *Developer* yang tidak menggunakan bantuan *automated testing tools* akan menguji modul tingkat bawah dengan mengeksekusi *driver* pengujian satu per satu dan menguji interaksi antarmuka modul pada modul tingkat bawah secara manual.

Gambar 3-5. Pengujian integrasi *(bottom-up)* secara manual

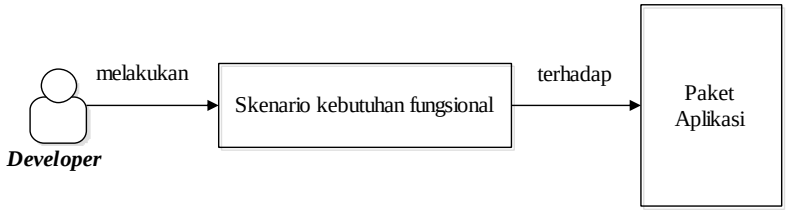
Pada strategi *top-down*, tim akan menguji integrasi modul dari tingkat atas ke tingkat bawah. Tim yang mengintegrasikan modul dari tingkat atas terlebih dahulu, perlu membuat *stubs* untuk menggantikan peran modul pada tingkat bawah yang belum selesai dibuat. Dengan *stubs* tersebut, anggota tim tetap dapat menguji modul tingkat atas walaupun modul tingkat bawah belum ada. Ketika anggota tim yang lain telah selesai membuat modul tingkat bawah, maka *stubs* tersebut perlu diganti dengan modul tingkat bawah yang aktual.



Penjelasan:
Terdapat empat modul yang akan diintegrasikan yaitu modul A, B, C dan E. Modul E tergantung kepada modul C, modul C tergantung kepada modul A dan B. Modul-modul tersebut akan diintegrasikan dengan dengan strategi *top-down*. Pada strategi *top-down*, modul dibuat dari tingkat atas ke tingkat bawah. Kebutuhan modul di tingkat bawah akan digantikan sementara dengan *stubs*. *Developer* yang mengerjakan modul E, perlu menguji modul di tingkat bawah terlebih dahulu. *Developer* yang menguji integrasi tanpa menggunakan bantuan *automated testing tools*, akan mengeksekusi *driver* pengujian modul di tingkat bawah hingga ke atas secara berurutan dan manual.

Gambar 3-6. Pengujian integrasi *(top-down)* secara manual

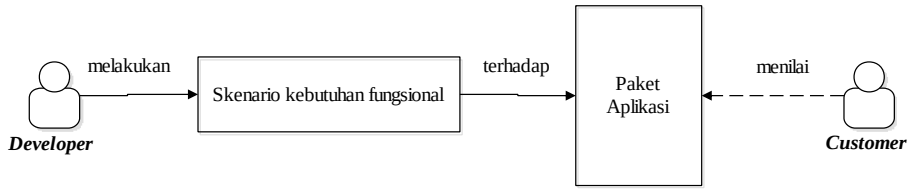
Setelah modul-modul diuji oleh para anggota tim, modul-modul tersebut akan dijadikan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai. Untuk memastikan paket aplikasi tersebut minim dari kesalahan, maka paket aplikasi perlu diuji. Pengujian paket aplikasi yang melibatkan seluruh komponen pengujian, disebut pengujian sistem. Umumnya, pengujian yang dilibatkan dalam pengujian sistem adalah pengujian fungsional perangkat lunak terhadap kebutuhan *customer*. Tim yang tidak menggunakan bantuan *automated testing tools*, akan memerlukan usaha yang besar untuk melakukan pengujian tersebut.



Penjelasan:
Sebelum paket aplikasi di-*deploy*, paket aplikasi perlu diuji terlebih dahulu. Pengujian paket aplikasi dapat mencakup pengujian fungsional kebutuhan *customer* atau pengujian struktural yang diantaranya mencakup *security testing* dan *stress testing*. Pengujian yang dicakup pada pengujian sistem umumnya adalah pengujian fungsional. *Developer* yang menguji fungsional paket aplikasi tanpa menggunakan bantuan *automated testing tools* akan melakukan skenario kebutuhan fungsional satu per satu dan berulang kali setiap paket aplikasi berhasil dibuat.

Gambar 3-7. Pengujian sistem secara manual

Paket aplikasi yang telah lolos pengujian sistem, selanjutnya akan di-*deploy* ke *customer environment*. Pada tahap ini, kelayakan paket aplikasi akan dinilai oleh *customer*. Pengujian paket aplikasi yang melibatkan *customer*, disebut pengujian penerimaan. Tim yang tidak menggunakan bantuan *automated testing tools*, perlu mensimulasikan pengujian paket aplikasi terhadap kebutuhan fungsional secara manual.



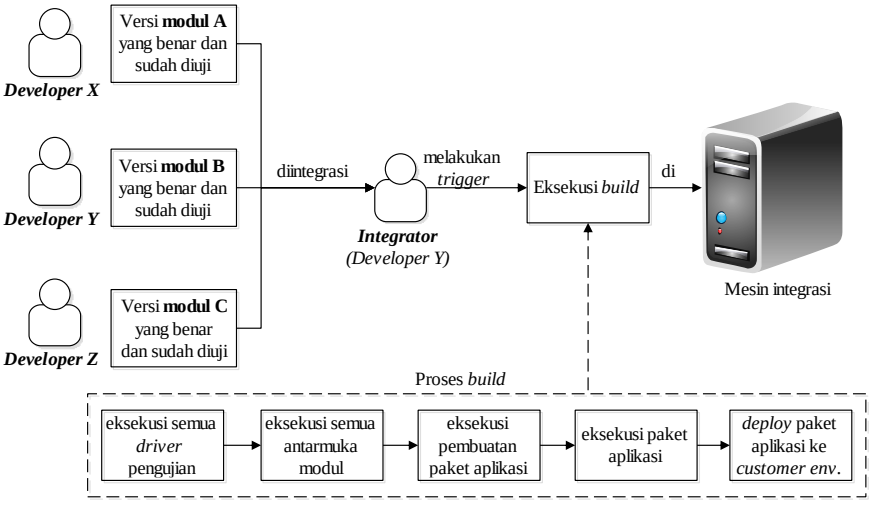
Penjelasan:
Developer melakukan pengujian penerimaan paket aplikasi tanpa menggunakan bantuan *automated testing tools*. *Developer* melakukan skenario kebutuhan fungsional secara manual dan *customer* akan menilai kinerja paket aplikasi berdasarkan kebutuhan *customer*.

Gambar 3-8. Pengujian penerimaan secara manual

3.1.3. Konsep eksekusi *build* secara manual

Setelah para anggota tim menguji modul yang telah mereka buat, salah satu dari mereka akan berperan sebagai *integrator* untuk melakukan *trigger* pembuatan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai dan *deploy* paket aplikasi ke *customer environment*. Untuk melakukan kegiatan tersebut, seorang *integrator* perlu melakukan *trigger* eksekusi *build*. Umumnya, *trigger* eksekusi *build* dilakukan oleh *integrator* di mesin integrasi.

Sebelum melakukan *trigger* pembuatan paket aplikasi, seorang *integrator* perlu mengintegrasi dan menguji semua versi modul yang benar dari para anggota tim. *Integrator* yang tidak menggunakan bantuan *automated build tools* akan melakukan *trigger* proses *build* secara manual. Proses *build* tersebut diantaranya *trigger* eksekusi semua *driver* pengujian, *trigger* eksekusi semua antarmuka modul, *trigger* eksekusi pembuatan paket aplikasi, *trigger* eksekusi paket aplikasi dan *trigger deploy* paket aplikasi ke *customer environment*. Rangkaian *trigger* proses *build* tersebut dilakukan oleh *integrator* secara manual dan berulang kali setiap mengintegrasikan modul dari setiap anggota tim.

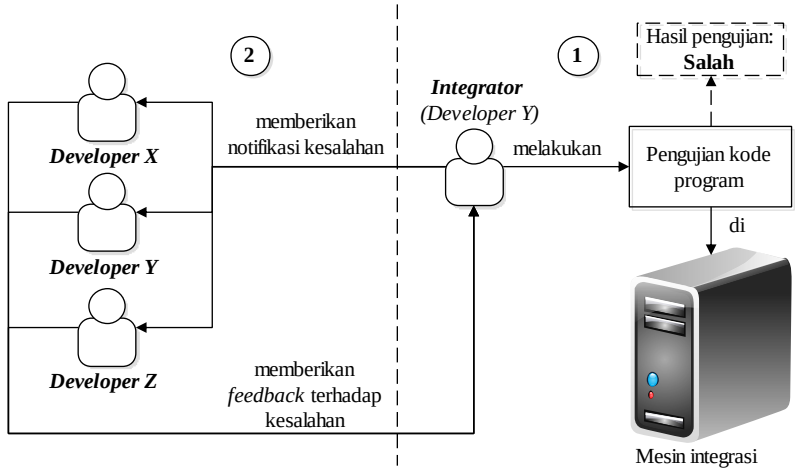


Penjelasan:
Developer Y berperan sebagai *integrator* yang melakukan rangkaian *trigger* eksekusi *build* pada mesin integrasi tanpa menggunakan bantuan *automated build tools*. Sebelum *integrator* melakukan rangkaian *trigger* eksekusi *build*, *integrator* perlu mengintegrasi semua versi modul yang benar dari para anggota tim terlebih dahulu. Setiap langkah proses pada *trigger* eksekusi *build*, bergantung pada langkah proses yang sebelumnya.

Gambar 3-9 Eksekusi *build* dengan cara manual

3.1.4. Konsep integrasi modul secara manual

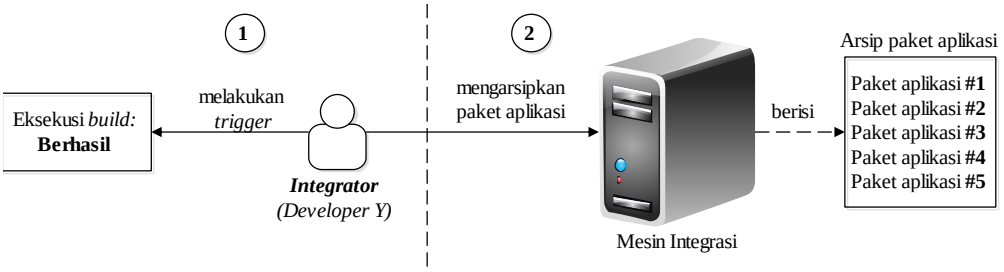
Tim yang mengintegrasikan modul tanpa bantuan *automated CI tools*, umumnya akan membutuhkan seorang *integrator* untuk melakukan rangkaian *trigger* eksekusi *build* di mesin integrasi. Pada proses eksekusi *build*, *integrator* akan melakukan rangkaian *trigger* terhadap semua *driver* pengujian dan *trigger* eksekusi semua antarmuka modul yang telah dibuat setiap anggota tim. *Trigger* eksekusi aplikasi tersebut dilakukan *integrator* untuk memastikan bahwa paket aplikasi yang akan dibuat, dapat minim dari kesalahan. Setelah *integrator* melakukan *trigger* pembuatan paket aplikasi, *integrator* perlu melakukan *trigger* eksekusi paket aplikasi tersebut sebelum di-*deploy* ke *customer environment*. *Trigger* eksekusi paket aplikasi dilakukan *integrator* untuk memastikan bahwa *functional requirement* pada paket aplikasi tersebut dapat dipenuhi. Ketika terjadi kesalahan pada satu atau lebih hasil pengujian, *integrator* perlu menginformasikan kesalahan tersebut kepada para anggota tim untuk dapat segera diperbaiki.



Penjelasan:
Tim mengintegrasikan modul tanpa menggunakan bantuan *automated* CI *tools*. *Developer Y* berperan sebagai *integrator* yang akan melakukan *trigger* eksekusi *build* di mesin integrasi. Sebelum melakukan *trigger* pembuatan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai dan *deploy* paket aplikasi ke *customer environment*, *integrator* perlu mengintegrasi dan menguji semua versi modul yang benar dari para anggota tim.
Pada gambar **bagian 1** dijelaskan bahwa *integrator* menguji kode program semua versi modul yang benar dari para anggota tim. *Integrator* menemukan kesalahan pada hasil pengujian dan mencatat kesalahan tersebut secara manual.
Pada gambar **bagian 2** dijelaskan bahwa *integrator* menginformasikan kesalahan tersebut secara manual kepada para *developer* untuk dapat segera diperbaiki.

Gambar 3-10. Pemberian notifikasi kesalahan secara manual oleh *integrator*

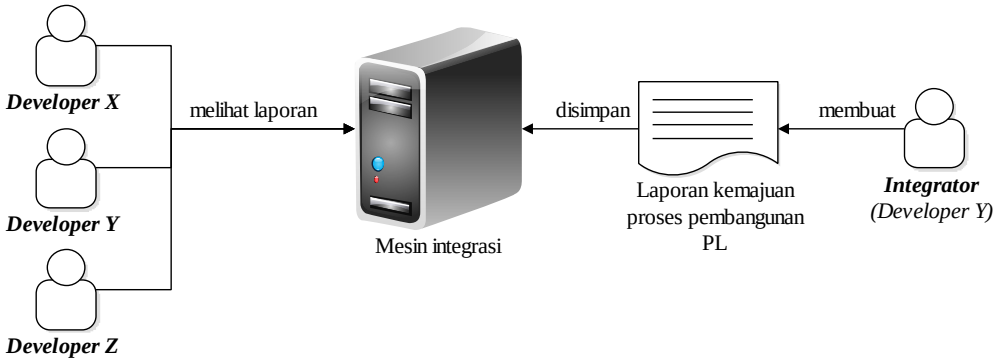
Integrasi modul yang telah lulus dari pengujian, akan dijadikan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai, diuji kembali dan di-*deploy* ke *customer environment*. Untuk mendapatkan *history* dari semua paket aplikasi yang telah dibuat, maka paket aplikasi perlu diarsipkan. Tim yang tidak menggunakan *automated* CI *tools*, umumnya akan membutuhkan seorang *integrator* untuk mengarsipkan paket aplikasi tersebut di mesin integrasi.



Penjelasan:
Tim mengintegrasikan modul tanpa menggunakan bantuan *tools* dari *automated* CI. *Developer Y* berperan sebagai *integrator* yang melakukan *trigger* eksekusi *build* pada mesin integrasi.
Pada gambar **bagian 1** dijelaskan bahwa *integrator* berhasil melakukan *trigger* eksekusi *build* di mesin integrasi. Hasil dari eksekusi *build* tersebut adalah paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai.
Pada gambar **bagian 2** dijelaskan bahwa untuk menyimpan *history* dari perubahan paket aplikasi, maka paket aplikasi perlu diarsipkan. *Integrator* mengarsipkan paket aplikasi di mesin integrasi secara manual.

Gambar 3-11. Pengarsipan paket aplikasi secara manual oleh *integrator*

Arsip dari paket aplikasi tersebut, dapat dijadikan *milestone* dari kemajuan proses pembangunan perangkat lunak. Untuk mendapatkan informasi tentang kemajuan proses pembangunan perangkat lunak, tim yang mengintegrasikan modul secara manual umumnya akan memerlukan seorang *integrator* untuk membuat laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak di mesin integrasi.



Penjelasan:
Tim mengintegrasikan modul tanpa menggunakan bantuan *automated* CI *tools*. *Developer Y* berperan sebagai *integrator* yang membuat laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak di mesin integrasi. Laporan tersebut dibuat oleh *integrator* setiap menyelesaikan *trigger* eksekusi *build*. Umumnya, laporan disimpan oleh *integrator* di mesin integrasi, agar para *developer* yang akan melihat laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak hanya perlu mengaksesnya di mesin integrasi.

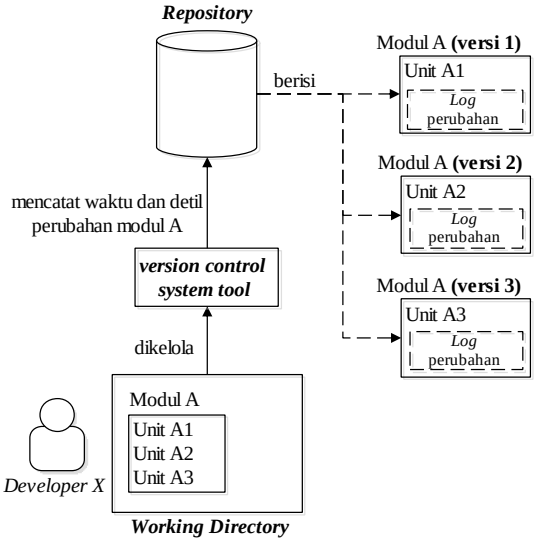
Gambar 3-12. Pembuatan laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak oleh *integrator*

3.2. Konsep umum CI menggunakan *toolset*

Kegiatan-kegiatan yang dilakukan para anggota tim pada praktik CI secara manual, membutuhkan usaha yang besar. Selain itu, para anggota tim memiliki tingkat ketelitian yang terbatas, sehingga kegiatan manual tersebut sangat rentan terhadap kesalahan. Dengan menggunakan bantuan *toolset*, kegiatan-kegiatan manual yang mencakup penyimpanan versi, pengujian kode program, eksekusi *build*, dan integrasi modul dapat diotomasi, sehingga praktik CI dapat lebih efisien.

3.2.1. Konsep penyimpanan versi dengan VCS *tools*

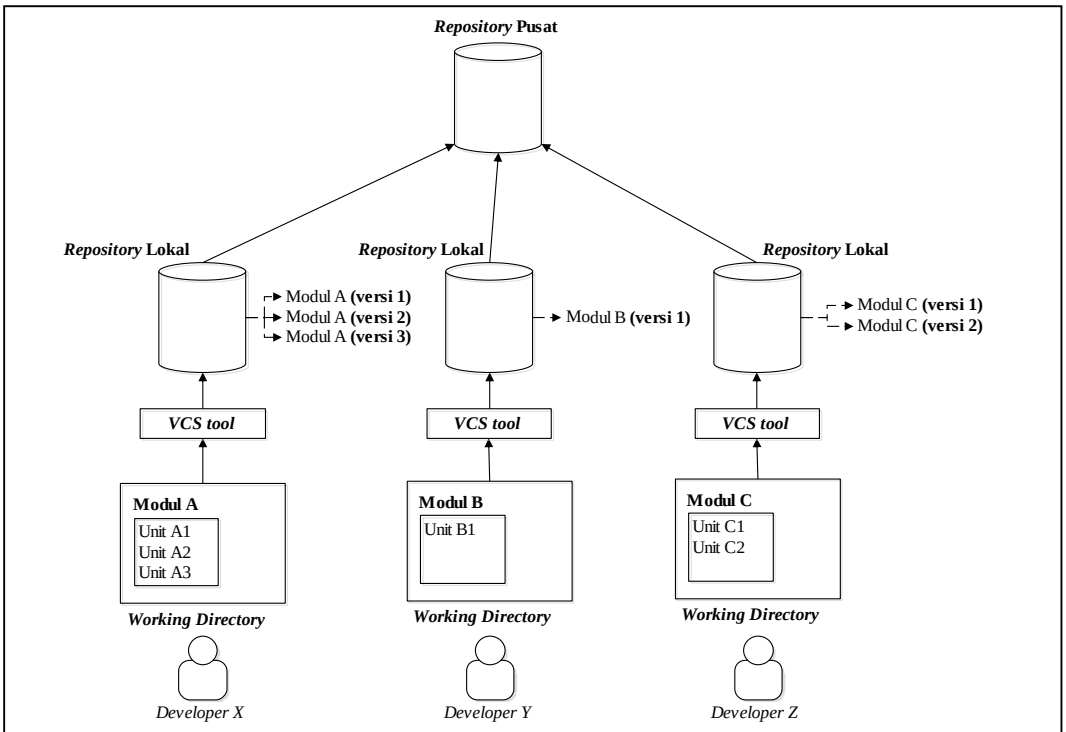
Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang konsep penyimpanan versi pada praktik CI dengan bantuan *tools* dari VCS. Tim yang telah menggunakan VCS *tools*, akan menyimpan semua versi modul yang sudah diubah ke dalam *repository*, sehingga mereka dapat melakukan *rollback* terhadap versi modul tanpa perlu menduplikasi modul terlebih dahulu. Para anggota tim tidak perlu lagi menambahkan informasi tentang detil perubahan yang dilakukan terhadap modul secara manual, karena VCS *tools* akan mencatat waktu dan detil isi perubahan secara otomatis ketika mereka menyimpan versi modul ke *repository*.



Penjelasan:
Developer X menyimpan versi dari modul A yang sudah diubah dengan menggunakan bantuan VCS *tools*. Versi dari modul A yang sudah diubah oleh *developer X* disimpan di dalam *repository*, sehingga *developer X* tidak perlu lagi menduplikasi modul A. Waktu dan detil isi perubahan modul A dicatat secara otomatis oleh VCS *tools* ketika *developer X* menyimpan versi modul A ke *repository*. Setiap versi modul yang disimpan di *repository*, secara otomatis hanya akan disimpan perubahannya saja. Dengan menggunakan VCS *tools*, ukuran kapasitas yang digunakan untuk menyimpan versi modul dapat lebih kecil jika dibandingkan dengan cara yang manual.

Gambar 3-13. Penyimpanan versi modul ke dalam *repository*

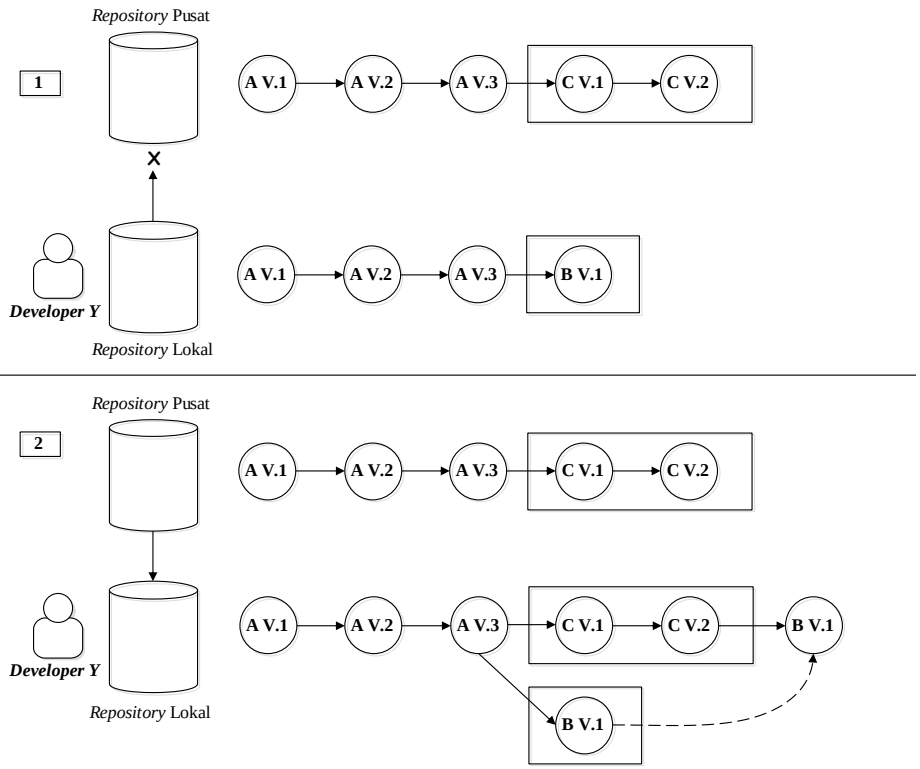
Umumnya, cara penggunaan *repository* untuk menerapkan praktik VCS adalah *distributed*. Dengan menggunakan cara *distributed*, setiap anggota tim akan memiliki *repository* pada mesin lokal masing-masing. *Repository* dari setiap anggota tim tersebut, umumnya akan dihubungkan dengan sebuah *repository* pusat, agar para anggota tim tidak salah dalam memahami versi modul yang telah mereka simpan. Penggunaan *repository* dengan cara *distributed* dan dihubungkan pada sebuah *repository* pusat, disebut *centralized workflow*.



Penjelasan:
Developer X mengerjakan modul A, *developer Y* mengerjakan modul B, dan *developer Z* mengerjakan modul C. Setiap *developer* menyimpan versi dari modul yang sudah diubah ke dalam *repository* lokal masing-masing. Semua versi modul di dalam *repository* lokal akan disimpan ke *repository* pusat. Pekerjaan tersebut dilakukan agar setiap *developer* tidak salah dalam memahami versi modul yang telah mereka simpan.

Gambar 3- 14. *Centralized workflow*

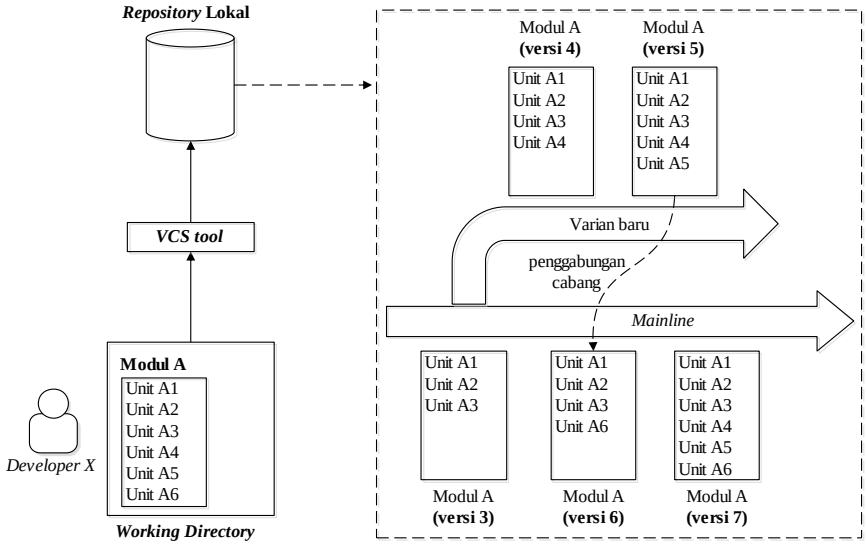
Setiap versi dari modul yang sudah diubah dan disimpan ke dalam *repository* lokal, selanjutnya akan disimpan ke dalam *repository* pusat. Anggota tim yang *repository* lokalnya belum ada versi terbaru dari modul di *repository* pusat, tidak dapat menyimpan versi modulnya ke *repository* pusat. Untuk mengatasi masalah tersebut, anggota tim hanya perlu mengambil versi terbaru dari modul di *repository* pusat terlebih dahulu. Semua versi terbaru dari modul yang diambil dari *repository* pusat, akan digabungkan dengan versi modul yang ada di *repository* lokal secara otomatis. Dengan menggunakan VCS *tools*, setiap anggota tim dapat selalu memperbarui semua versi modul dari anggota yang lain tanpa harus menyimpan duplikasi versi modul secara manual.



Penjelasan:
Pada gambar **bagian 1** dijelaskan bahwa *developer Y* tidak dapat menyimpan versi modul yang ada di *repository* lokal ke *repository* pusat. Kegiatan tersebut tidak dapat dilakukan karena *repository* lokal *developer Y* belum ada versi terbaru dari modul di *repository* pusat.
Pada gambar **bagian 2** dijelaskan bahwa *developer Y* telah mengambil versi terbaru dari modul di *repository* pusat. Versi terbaru dari modul yang diambil dari *respository* pusat, akan digabungkan dengan versi modul yang ada di *repository* lokal secara otomatis.

Gambar 3- 15. Penggabungan versi modul

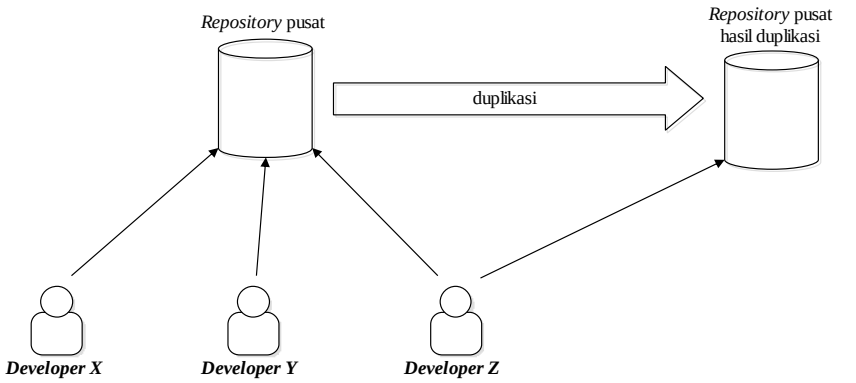
Pada proses penyimpanan versi secara manual, para anggota tim yang akan membuat varian baru terhadap modul, umumnya akan menduplikasi modul terlebih dahulu. Tetapi, para anggota tim yang telah menggunakan VCS *tools*, tidak lagi menduplikasi modul. Mereka dapat membuat varian baru terhadap modul dengan melakukan percabangan di setiap *repository* lokal masing-masing. Hasil dari percabangan tersebut dapat dijadikan versi alternatif modul tanpa harus mengubah kode program yang ada di *mainline repository*.



Penjelasan:
Developer X membuat varian baru terhadap modul A dengan melakukan percabangan di *repository* lokal. *Developer X* membuat versi alternatif modul A di cabang varian baru tanpa mengubah *mainline repository*. Versi alternatif modul tersebut dapat digabungkan dengan versi modul di *mainline repository* hingga menjadi versi terbaru dari modul A.

Gambar 3- 16. Percabangan versi modul

Dengan menggunakan *tools* dari VCS, anggota tim yang akan membuat produk perangkat lunak yang berbeda dari perencanaan awal oleh tim, dapat menduplikasi *repository* pusat. Anggota tim tersebut dapat mengubah produk perangkat lunak pada *repository* hasil duplikasi, tanpa harus mengubah *repository* pusat.

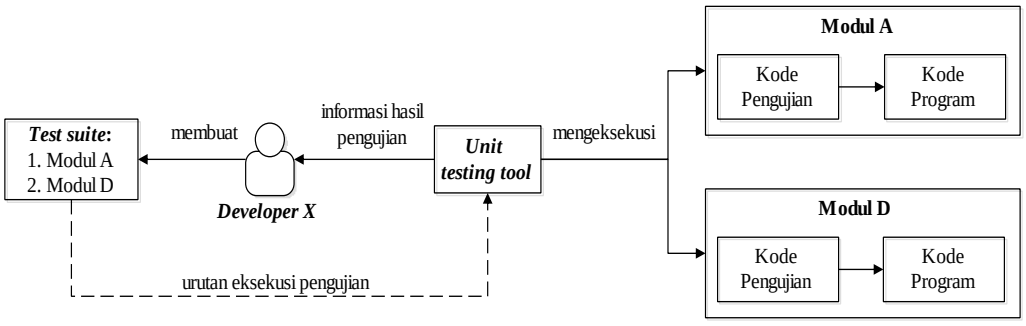


Penjelasan:
Developer Z menduplikasi *repository* pusat karena akan membuat produk perangkat lunak yang berbeda dari perencanaan awal oleh tim. *Developer Z* dapat mengubah produk perangkat lunak di *repository* hasil duplikasi, tanpa harus mengubah *repository* pusat. Semua perubahan produk perangkat lunak yang dilakukan *developer Z* di *repository* hasil duplikasi tidak dapat disimpan ke *repository* pusat. Untuk dapat menyimpan perubahan tersebut ke *repository* pusat, *developer Z* perlu melakukan *request* terlebih dahulu kepada tim untuk mengambil perubahan yang telah dilakukan *developer Z* di *repository* hasil duplikasi.

Gambar 3-17. Penduplikasian *repository* pusat

3.2.2. Konsep pengujian kode program dengan *automated testing tools*

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang konsep pengujian kode program pada praktik CI dengan menggunakan bantuan *automated testing tools*. *Tools* yang digunakan pada praktik *automated testing* mencakup *unit testing tools* dan *functional testing tools*. Tim yang telah menggunakan *unit testing tools*, tidak perlu lagi membuat *driver* pengujian di setiap kode pengujian, karena *unit testing tools* secara otomatis dapat berperan sebagai *driver* pengujian. Dengan *unit testing tools*, para anggota tim dapat membuat *test suite* atau rangkaian pengujian yang akan dieksekusi oleh *unit testing tools* secara otomatis, sehingga mereka tidak perlu lagi mengeksekusi semua kode pengujian secara satu per satu. Selain itu, para anggota tim dapat memperoleh *feedback* terhadap pengujian unit dengan cepat, karena *unit testing tools* akan memberikan informasi hasil pengujian tersebut setelah mengeksekusi kode pengujian. Ketika terjadi kesalahan pada satu atau lebih hasil pengujian unit, mereka dapat segera memperbaiki kesalahan tersebut dan mengulangi semua eksekusi kode pengujian dengan hanya satu kali eksekusi *test suite*.

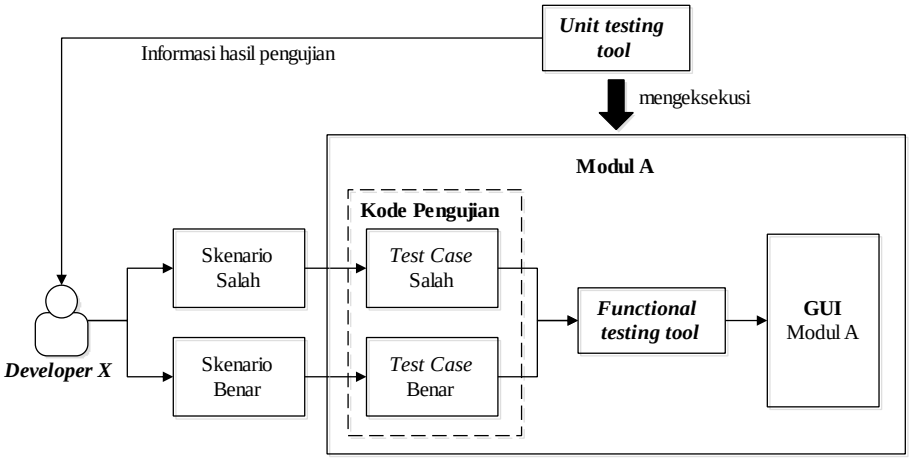


Penjelasan:
Developer X melakukan pengujian unit dengan menggunakan bantuan *unit testing tools*. *Developer X* membuat dua modul yang tidak terdapat dependensi, yaitu modul A dan modul D. Untuk menguji kedua modul tersebut, *developer X* tetap perlu membuat kode pengujian berdasarkan skenario salah dan skenario benar pada setiap modul. Dengan *unit testing tools*, *developer X* tidak perlu lagi membuat *driver* pengujian di setiap modul dan mengeksekusi *driver* pengujian tersebut satu per satu. *Developer X* hanya perlu membuat satu *test suite* yang berisi urutan pengujian yang akan dieksekusi oleh *unit testing tools*. Setelah *unit testing tools* mengeksekusi kode pengujian berdasarkan *test suite*, *unit testing tools* akan memberikan informasi hasil pengujian tersebut secara otomatis kepada *developer X*.

Gambar 3- 18. Pengujian unit dengan menggunakan *unit testing tools*

Para anggota tim yang telah menggunakan *functional testing tools* tidak lagi melakukan skenario salah dan skenario benar terhadap komponen GUI secara

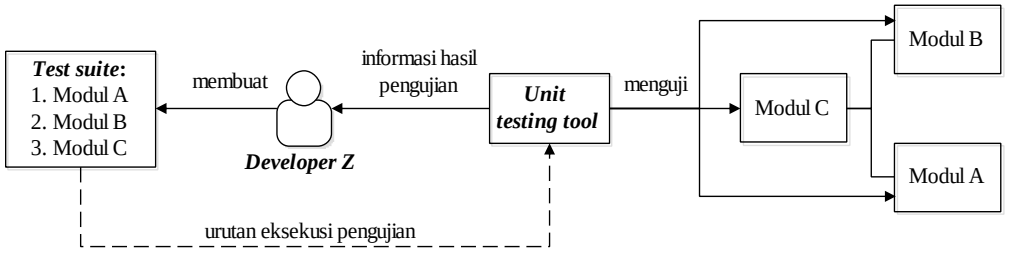
manual. Semua skenario tersebut dapat diotomasi oleh *functional testing tools*. Untuk mengotomasi pengujian unit pada komponen GUI, para anggota tim perlu membuat kode pengujian terlebih dahulu. Para anggota tim yang telah membuat kode pengujian unit pada komponen GUI, dapat melakukan pengujian antarmuka modul secara berulang kali tanpa mengeluarkan usaha yang besar.



Penjelasan:
Developer X menguji antarmuka modul A dengan menggunakan *functional testing tools*. Sebelum melakukan pengujian tersebut, *developer X* perlu membuat kode pengujian yang berisi *test case* salah dan benar berdasarkan skenario yang dibuat *developer X*. *Functional testing tools* akan mengotomasi pengujian antarmuka modul ketika *unit testing tools* mengeksekusi kode pengujian tersebut. Informasi hasil pengujian antarmuka modul akan diberikan kepada *developer X* secara otomatis melalui *unit testing tools* ketika *functional testing tools* telah menyelesaikan pengujian tersebut. Ketika terjadi kesalahan pada satu atau lebih hasil pengujian, *developer X* dapat segera memperbaikinya dan mengulangi semua pengujian antarmuka modul dengan satu kali eksekusi pengujian GUI.

Gambar 3-19. Pengujian unit GUI dengan menggunakan *functional testing tools*

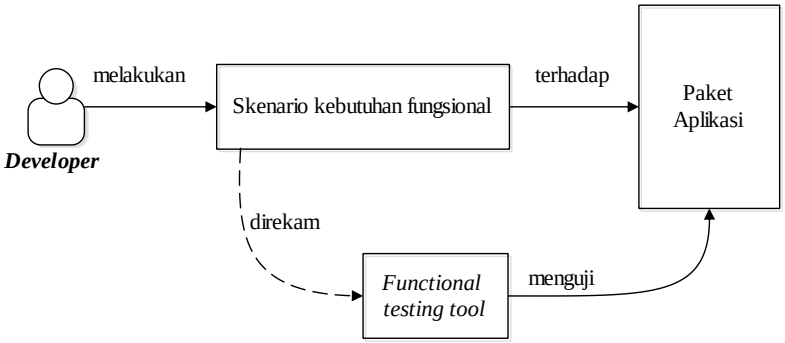
Dengan kedua *tools* tersebut, pengujian integrasi dapat lebih efisien. Para anggota tim tidak perlu lagi membuat *driver* pengujian pada setiap modul. Selain itu para anggota tim tidak lagi mengeksekusi *driver* pengujian dan antarmuka modul satu per satu. Pengujian integrasi dapat dilakukan oleh para anggota tim dengan satu kali eksekusi pengujian. Untuk mengotomasi pengujian integrasi, anggota tim yang menguji modul pada tingkat atas hanya perlu mengatur urutan pengujian pada *test suite*. Kedua *tools* tersebut akan menguji integrasi modul berdasarkan urutan pada *test suite*.



Penjelasan:
Developer Z menguji integrasi modul C dengan menggunakan bantuan *automated testing tools*. *Developer Z* tidak lagi mengeksekusi *driver* pengujian pada modul tingkat bawah satu per satu dan *developer* tersebut tidak lagi menguji unit pada komponen GUI di modul tingkat bawah secara manual. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan secara otomatis dengan satu kali eksekusi *test suite*. *Developer Z* hanya perlu mengelola urutan pengujian pada *test suite* dan *unit testing tools* akan mengeksekusi pengujian tersebut berdasarkan urutan di *test suite*.

Gambar 3- 20. Pengujian integrasi dengan menggunakan *unit testing tools*

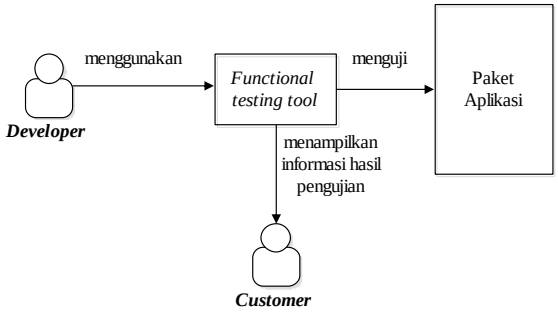
Pengujian sistem pada paket aplikasi juga dapat diotomasi. Umumnya pengujian yang dicakup pengujian sistem adalah pengujian kebutuhan fungsional terhadap paket aplikasi. Dengan *functional testing tools*, pengujian kebutuhan fungsional dapat dilakukan secara otomatis. Untuk mengotomasi pengujian paket aplikasi terhadap kebutuhan fungsional, anggota tim perlu merekam aktifitas atau skenario penggunaan aplikasi terhadap kebutuhan fungsional. Rekaman tersebut akan digunakan *functional testing tools* untuk mengotomasi pengujian fungsional secara berulang kali, sehingga usaha yang dikeluarkan anggota tim untuk menguji paket aplikasi lebih sedikit.



Penjelasan:
Developer menguji paket aplikasi dengan menggunakan bantuan *functional testing tools*. *Developer* yang menggunakan *tools* tersebut, dapat mengulangi skenario yang pernah dilakukan terhadap paket aplikasi secara otomatis. Semua skenario yang dilakukan *developer* dapat direkam oleh *functional testing tools*, sehingga *developer* tidak mengeluarkan usaha yang besar untuk mengulangi pengujian aplikasi terhadap paket aplikasi apabila terjadi perbaikan.

Gambar 3-21. Pengujian sistem dengan menggunakan *functional testing tools*

Proses pada pengujian penerimaan juga dapat diotomasi. Dengan *functional testing tools*, tim dapat mensimulasikan penggunaan paket aplikasi terhadap kebutuhan fungsional secara otomatis. Selain itu, *functional testing tools* dapat menampilkan informasi hasil pengujian, sehingga tim dapat dimudahkan dalam membuat dokumen penerimaan paket aplikasi ke *customer*.



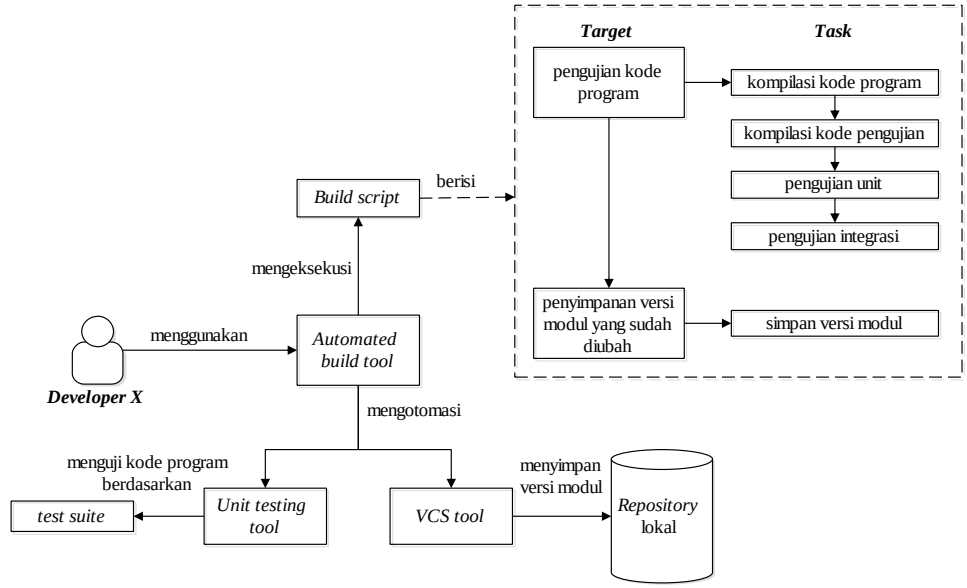
Penjelasan:
Developer melakukan pengujian penerimaan dengan menggunakan *functional testing tools*. Dengan *tools* tersebut *developer* tidak lagi mensimulasikan pengujian fungsional terhadap paket aplikasi secara manual. *Developer* hanya perlu menggunakan rekaman skenario untuk mengotomasikan pengujian fungsional dengan *tools* tersebut. Setelah melakukan pengujian fungsional, *functional testing tools* dapat menampilkan informasi hasil pengujian secara otomatis, sehingga *customer* dapat menilai paket aplikasi dari informasi tersebut.

Gambar 3- 22. Pengujian penerimaan dengan menggunakan *functional testing tools*

3.2.3. Konsep eksekusi *build* dengan *automated build tools*

Dengan menggunakan *automated build tools*, kegiatan pengujian kode program dan penyimpanan versi modul yang sudah diubah ke *repository* lokal dapat diotomasi. Untuk mengotomasi kegiatan tersebut, tim membutuhkan *build script*. *Build script* tersebut berisi beberapa *target* dan *task* yang akan dieksekusi oleh *automated build tools*. Umumnya, tim membuat *build script* untuk menyamakan proses alur kerja dari setiap anggota tim di mesin lokal dan mengotomasikan proses *build* yang akan dilakukan oleh *integrator* di mesin integrasi.

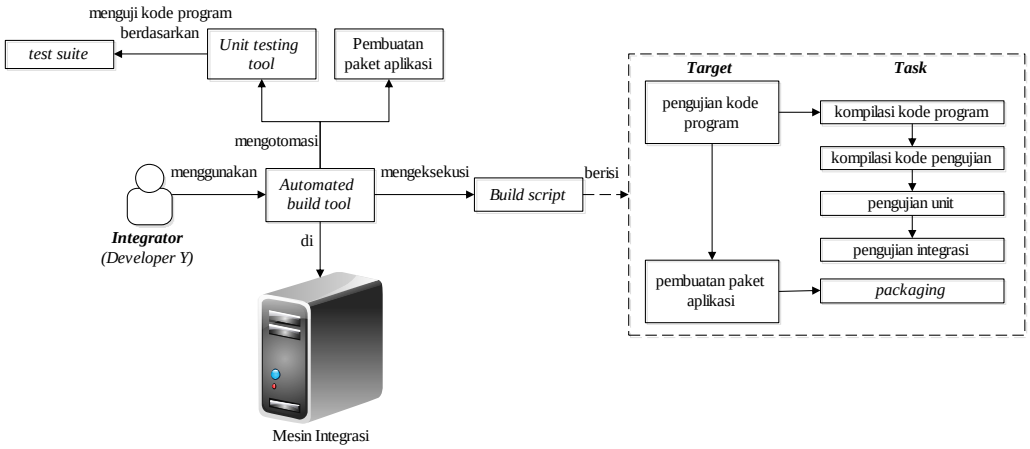
Build script yang dieksekusi oleh *automated build tools* di mesin lokal setiap anggota tim, disebut *private build*. Untuk menyamakan alur kerja setiap anggota tim, tim perlu menentukan *target* dan *task* yang akan dilakukan oleh *automated build tools*. Setiap *target* dapat terdiri dari beberapa *task* dan setiap *target* dapat bergantung pada *target* yang lain. Umumnya, beberapa *target* yang ada pada *private build* mencakup eksekusi pengujian kode program dan penyimpanan versi modul yang sudah diubah ke dalam *repository* lokal.



Penjelasan:
Developer X mengotomasi proses pengujian kode program dan penyimpanan versi modul dengan menggunakan bantuan *automated build tools*. Untuk mengotomasi kedua proses tersebut, *developer X* perlu menentukan *target* dan *task* pada *build script*. Pada *target* pengujian kode program, *automated build tools* dapat mengotomasikan penggunaan *unit testing tools*. Sedangkan pada *target* penyimpanan versi modul, *automated build tools* dapat mengotomasikan penggunaan VCS *tools*. *Target* penyimpanan versi modul tergantung kepada pengujian kode program. Ketika pengujian kode program gagal, *automated build* tidak akan mengotomasikan penggunaan VCS *tools* untuk menyimpan versi modul yang sudah diubah.

Gambar 3- 23. Eksekusi *private build*

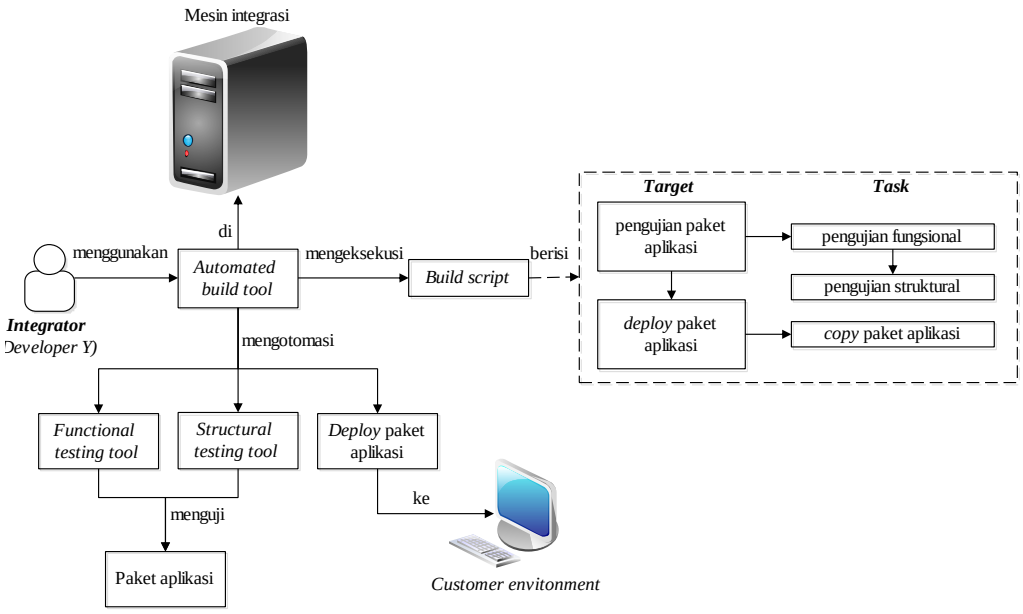
Untuk mengotomasikan semua kegiatan yang akan dilakukan *integrator* di mesin integrasi, tim perlu menentukan *target* dan *task* pada *build script* yang akan dieksekusi oleh *automated build tools*. *Build script* yang dieksekusi oleh *automated build tools* di mesin integrasi untuk membuat paket aplikasi, disebut *integration build*. Umumnya, *target* pada *integration build* mencakup eksekusi pengujian kode program dan pembuatan paket aplikasi.



Penjelasan:
Developer Y berperan sebagai *integrator* yang mengotomasi proses pengujian kode program dan pembuatan paket aplikasi di mesin integrasi dengan *automated build tools*. Untuk mengotomasikan kedua proses tersebut, *developer Y* perlu menentukan *target* dan *task* pada *build script* terlebih dahulu. Pada *target* pengujian kode program, *automated build tools* dapat mengotomasikan penggunaan *unit testing tools*. Sedangkan pada *target* pembuatan paket aplikasi, *automated build tools* dapat membuatnya secara otomatis ketika pengujian kode program berhasil. Jika pengujian kode program gagal, maka *tools* tersebut akan membatalkan pembuatan paket aplikasi. Dengan menggunakan bantuan *automated build tools*, *integrator* dapat membuat paket aplikasi hanya dengan satu kali proses eksekusi *build*.

Gambar 3-24. Eksekusi *integration build*

Paket aplikasi hasil *integration build* tersebut dapat diuji dan di-*deploy* ke *customer environment* secara otomatis. Untuk mengotomasikan kegiatan tersebut, tim perlu menentukan *target* dan *task* pada *build script* yang akan dieksekusi oleh *automated build tools*. *Build script* yang dieksekusi oleh *automated build tools* di mesin integrasi untuk *deploy* paket aplikasi, disebut *release build*. Umumnya *target* pada *release build* mencakup pengujian paket aplikasi dan *deploy* paket aplikasi ke *customer environment*.

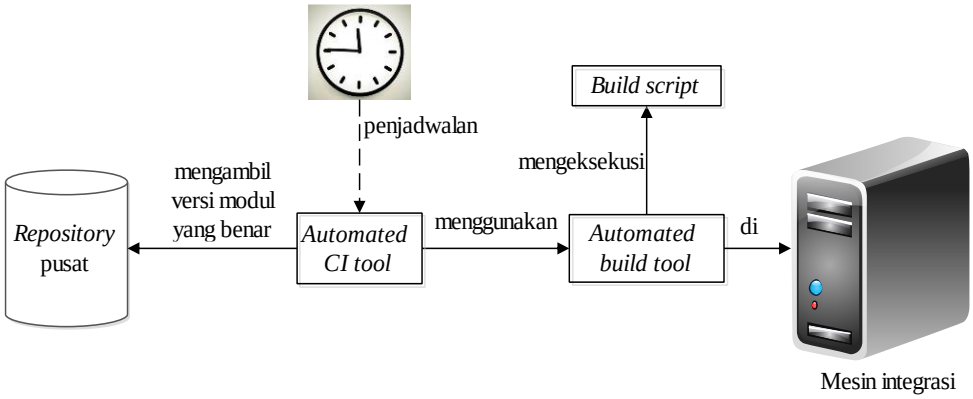


Penjelasan:
Developer Y berperan sebagai *integrator* yang mengotomasi proses pengujian paket aplikasi dan *deploy* paket aplikasi dengan *automated build tools*. Untuk mengotomasikan kedua proses tersebut, *developer Y* perlu menentukan *target* dan *task* pada *build script* terlebih dahulu. Pada target pengujian paket aplikasi, *automated build tools* dapat mengotomasikan penggunaan *functional testing tools* dan *structural testing tools*. Sedangkan pada *target deploy* paket aplikasi, *automated build tools* dapat melakukannya secara otomatis ketika pengujian paket aplikasi berhasil. Jika pengujian paket aplikasi gagal, maka *tools* tersebut akan membatalkan proses *deploy* paket aplikasi ke *customer environment*.

Gambar 3- 25. Eksekusi *release build*

3.2.4. Konsep integrasi modul dengan *automated* CI *tools*

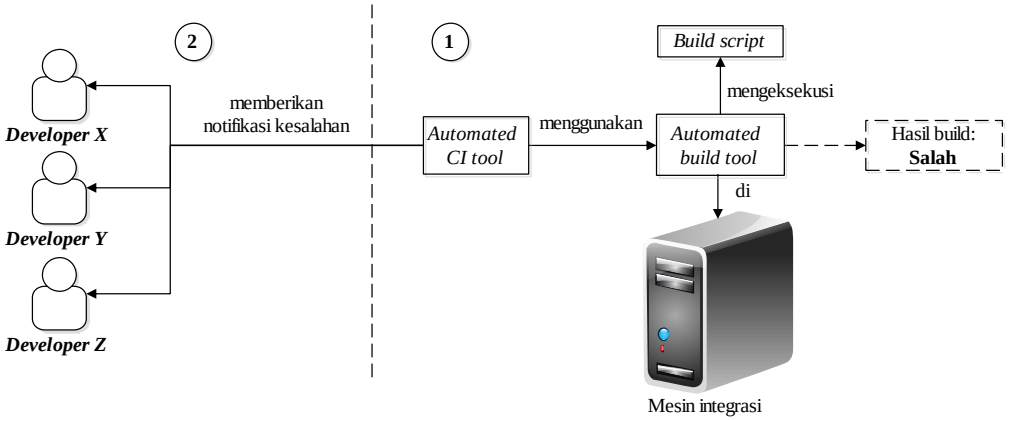
Pada umumnya, tim yang tidak menggunakan *automated* CI *tools* akan membutuhkan seorang *integrator* untuk menggunakan *automated build tools* pada pengeksekusian *integration build* dan *release build*. Sebelum mengeksekusi *integration build* dan *release build*, *integrator* perlu mengambil versi modul yang benar dari *repository* pusat terlebih dahulu, agar paket aplikasi dapat dibuat dengan benar. Dengan menggunakan *automated* CI *tools* pada mesin integrasi, tim tidak lagi memerlukan seorang *integrator* untuk menggunakan *automated build tools*, karena penggunaan *automated build tools* dapat diotomasi dan dijadwalkan. *Automated* CI *tools* juga dapat mengambil versi modul yang benar dari *repository* pusat secara otomatis berdasarkan jadwal tersebut.



Penjelasan:
Tim menjadwalkan eksekusi *build script* di mesin integrasi dengan menggunakan *automated* CI *tools*. Dengan penjadwalan tersebut, *automated* CI *tools* dapat mengambil vesi modul yang benar dari *repository* pusat secara otomatis. Kemudian, *tools* tersebut dapat menggunakan *automated build tools* untuk mengeksekusi *build script*, sehingga tim tidak lagi bergantung pada seorang *integrator* untuk melakukan *trigger* eksekusi *build script* dengan *automated build tools* pada mesin integrasi.

Gambar 3- 26. Penjadwalan eksekusi *build script* pada mesin integrasi

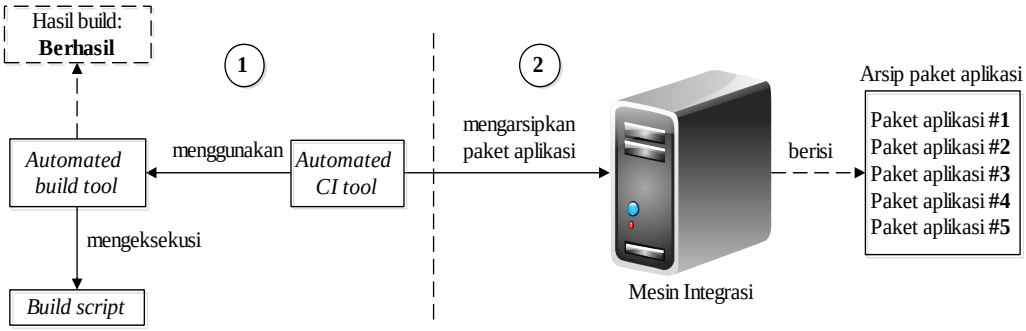
Pada setiap eksekusi *integration build* dan *release build*, mesin integrasi akan menguji kode program dan paket aplikasi secara otomatis. Pengujian tersebut dilakukan mesin integrasi berdasarkan kode pengujian yang telah disimpan oleh setiap anggota tim di dalam *repository* pusat. Dengan menggunakan *automated* CI *tools*, tim tidak lagi memerlukan seorang *integrator* pada mesin integrasi untuk menginformasikan kesalahan pada satu atau lebih hasil pengujian. Notifikasi kesalahan tersebut akan diinformasikan oleh *tools* tersebut kepada setiap anggota tim secara otomatis.



Penjelasan:
Ketika *automated build tools* gagal dalam mengeksekusi *build*, *automated* CI *tools* akan memberikan notifikasi kesalahan secara otomatis kepada setiap *developer*. Dengan otomasi notifikasi kesalahan, tim tersebut tidak lagi memerlukan seorang *integrator* untuk memberikan informasi kesalahan kepada para *developer*.

Gambar 3- 27. Notifikasi kesalahan secara otomatis dari mesin integrasi

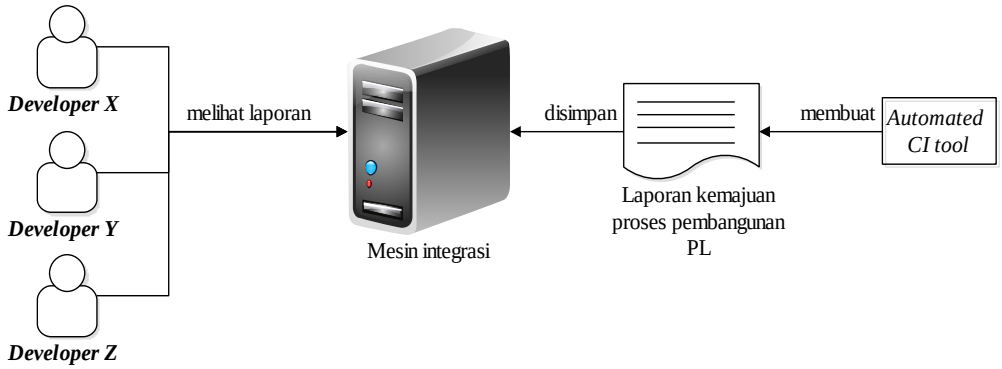
Dengan menggunakan *automated* CI *tools*, tim tidak lagi memerlukan seorang *integrator* untuk mengarsipkan paket aplikasi pada mesin integrasi. *Tools* tersebut akan mengarsipkan paket aplikasi secara otomatis, ketika mesin intrgrasi berhasil mengeksekusi *integration build*.



Penjelasan:
Ketika *automated build tools* berhasil mengeksekusi *build*, *automated* CI *tools* akan mengarsipkan paket aplikasi secara otomatis di mesin integrasi. Dengan otomasi proses pengarsipan paket aplikasi di mesin integrasi, tim tidak lagi memerlukan seorang *integrator* untuk mengarsipkan paket aplikasi tersebut.

Gambar 3- 28. Pengarsipan paket aplikasi oleh mesin integrasi secara otomatis

Automated CI *tools* dapat memberikan laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak kepada setiap anggota tim secara otomatis, sehingga tim tidak lagi memerlukan seorang *integrator* untuk membuat laporan tersebut di mesin integrasi.



Penjelasan:
Automated CI *tools* dapat membuat laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak secara otomatis setiap menggunakan *automated build tools* untuk mengeksekusi *build*. Laporan tersebut akan disimpan oleh *automated* CI *tools* di mesin integrasi. Dengan proses otomasi tersebut, tim tidak lagi memerlukan seorang *integrator* untuk membuat laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak setiap selesai melakukan *trigger* eksekusi *build*.

Gambar 3- 29. Laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak secara otomatis

BAB IV
STUDI KASUS *CONTINUOUS INTEGRATION* SECARA MANUAL DAN MENGGUNAKAN *TOOLSET*

Pada bab ini akan dijelaskan tentang penerapan konsep pembangunan perangkat lunak dengan *continuous integration* (CI) yang dilakukan secara manual dan menggunakan *toolset*. Penerapan konsep tersebut dilakukan untuk menunjukkan perbedaan proses dari keduanya. Praktik yang mencakup penerapan CI secara manual yaitu praktik penyimpanan versi secara manual, praktik pengujian kode program secara manual, praktik eksekusi *build* secara manual, dan praktik integrasi modul secara manual. Sedangkan praktik yang mencakup penerapan CI dengan menggunakan *toolset* yaitu praktik penyimpanan versi dengan *version control system* (VCS) *tools*, praktik pengujian kode program dengan *automated testing tools*, praktik eksekusi *build* dengan *automated build tools* dan praktik integrasi modul dengan *automated CI tools*.

Studi kasus yang digunakan untuk menerapkan konsep pembangunan perangkat lunak dengan CI secara manual dan menggunakan *toolset* adalah aplikasi rekam medis berbasis *java desktop*, yang bernama `medrecapp`. Pembangunan aplikasi tersebut dilakukan oleh satu tim yang terdiri dari tiga orang *developers*, yaitu Fachrul, Hernawati dan Yuanita.

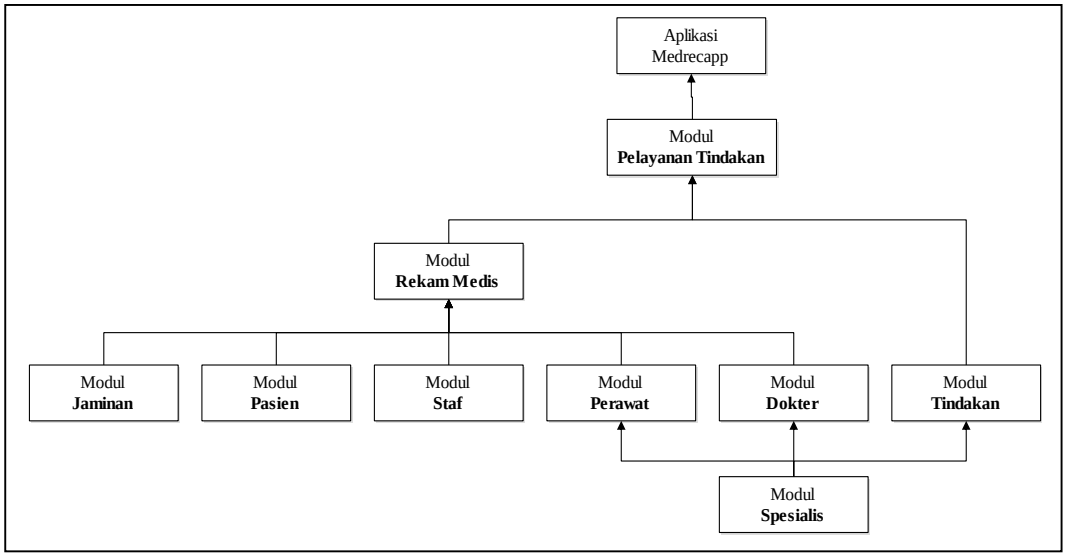
4.1. Modul aplikasi `medrecapp`

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang pembagian modul aplikasi `medrecapp` untuk mendukung penerapan konsep CI. Pembagian modul tersebut dilakukan tim untuk meningkatkan produktivitas pekerjaan setiap *developer* (lihat **tabel 4-1**). Setiap modul memiliki perbedaan area fungsional dengan modul yang lain. Para *developer* akan lebih mudah membuat kode program berdasarkan pada satu area fungsional.

Tabel 4-1. Pembagian modul aplikasi `medrecapp`

No.	Daftar modul	*Developers*		
		Fachrul	Hernawati	Yuanita
1	`Spesialis`	✓	-	-
2	`Jaminan`	✓	-	-
3	`Pasien`	-	✓	-
4	`Staf`	-	-	✓
5	`Perawat`	✓	-	-
6	`Dokter`	-	-	✓
7	`Tindakan`	-	✓	-
8	`Rekam medis`	-	-	✓
9	`Pelayanan tindakan`	-	✓	-

Pada setiap modul aplikasi `medrecapp`, terdapat kelas `DAO` (*Data Access Object*), kelas *`entity`*, kelas `GUI`, kelas *`interface`*, kelas *`service`*, dan kelas `tabel model`. Modul aplikasi `medrecapp` terdiri dari sembilan modul yaitu modul `spesialis`, modul `jaminan`, modul `pasien`, modul `staf`, modul `perawat`, modul `dokter`, modul `tindakan`, modul `rekam medis`, dan modul `pelayanan tindakan`. Dependensi antar modul aplikasi `medrecapp` dapat dilihat pada **gambar 4-1**.



Gambar 4- 1. Modul pada aplikasi `medrecapp`

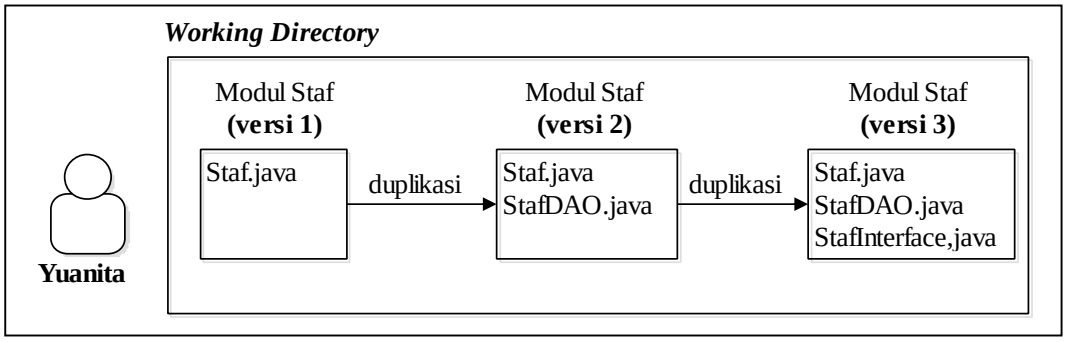
4.2. Praktik pembangunan aplikasi `medrecapp` secara manual

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang praktik pembangunan aplikasi `medrecapp` dengan CI tanpa menggunakan bantuan *toolset*. Praktik manual

tersebut mencakup praktik penyimpanan versi secara manual, praktik pengujian kode program secara manual, praktik eksekusi *build* secara manual dan praktik integrasi modul secara manual.

4.2.1. Praktik penyimpanan versi secara manual

Penyimpanan versi dilakukan oleh para *developer* untuk menyimpan *history* dari setiap perubahan modul. *Developer* yang tidak menggunakan bantuan VCS *tools* umumnya akan menduplikasi modul sebelum mengubah modul tersebut. Hasil duplikasi modul akan digunakan oleh tim sebagai *backup* untuk dapat kembali ke modul yang belum diubah. Untuk membedakan hasil dari setiap modul yang telah diduplikasi, tim perlu melakukan penamaan versi dan menambahkan informasi tentang detil perubahan yang telah dilakukan pada modul tersebut.

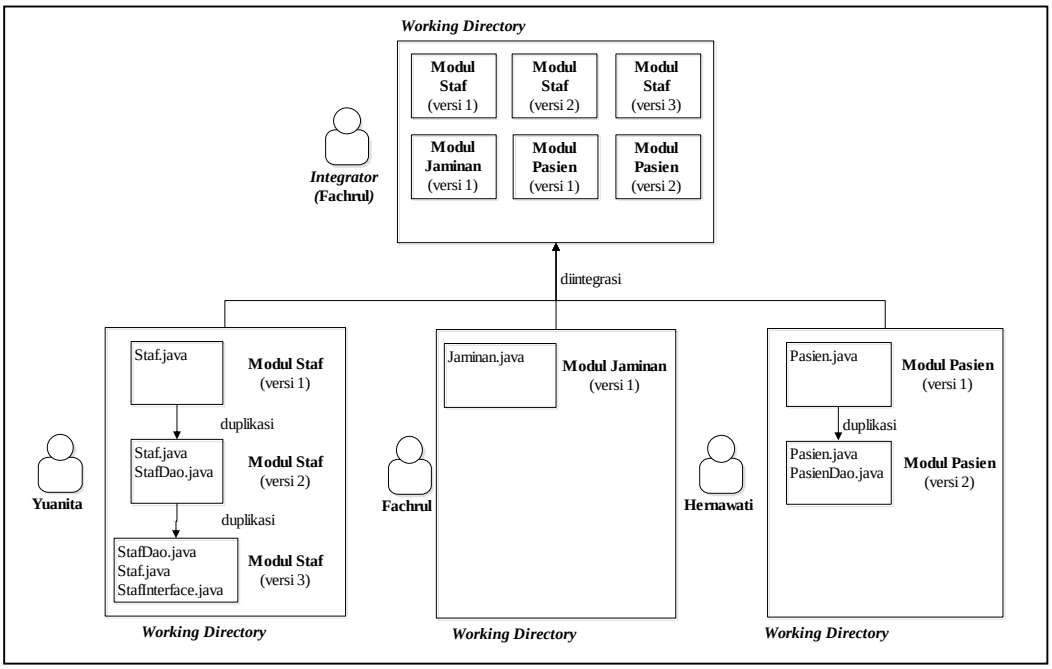


Gambar 4- 2. Praktik penyimpanan versi dengan cara manual

Pada **Gambar 4-2** dijelaskan bahwa Yuanita akan membuat modul `staf` tanpa menggunakan bantuan VCS *tools*. Penyimpanan versi modul `staf` dilakukan Yuanita dengan cara menduplikasi modul `staf` terlebih dahulu sebelum mengubahnya. Hasil dari duplikasi modul `staf` akan digunakan Yuanita sebagai *backup* untuk dapat kembali ke versi modul sebelumnya. Yuanita akan melakukan penamaan versi modul `staf` untuk dapat membedakan setiap hasil duplikasi yang dilakukan dan mencatat setiap perubahan yang terjadi pada setiap modul.

Umumnya, setiap versi modul yang dibuat para *developer* akan disimpan di tempat penyimpanan versi terpusat. Kegiatan tersebut dilakukan agar tim tidak salah dalam memahami versi modul yang telah dibuat. Tim yang tidak menggunakan VCS *tools*, umumnya membutuhkan seorang *integrator* untuk mengelola semua versi modul di tempat penyimpanan versi terpusat. *Integrator*

tersebut akan memilih versi dari setiap modul yang akan dijadikan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai.



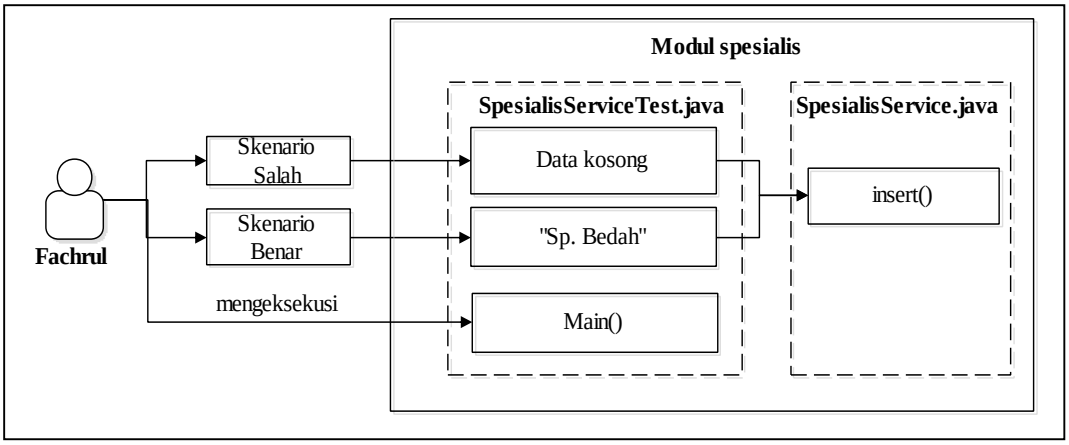
Gambar 4- 3. Penggabungan versi modul secara manual

Pada **Gambar 4-3** dijelaskan bahwa Fachrul berperan sebagai *integrator* yang akan mengelola versi modul di tempat penyimpanan versi modul terpusat. Setiap versi modul yang dibuat Yuanita, Fachrul dan Herna akan disimpan di tempat penyimpanan versi terpusat agar mereka tidak salah dalam memahami versi modul yang telah dibuat. Selain itu, dengan penyimpanan versi modul terpusat *developer* dapat dimudahkan untuk mengambil versi modul yang benar dari *developer* yang lain. Semua versi modul di tempat penyimpanan versi terpusat akan dikelola oleh Fachrul sebelum dijadikan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai. Ukuran kapasitas tempat penyimpanan terpusat akan semakin membesar seiring dengan bertambahnya jumlah versi modul yang disimpan.

4.2.2. Praktik pengujian kode program secara manual

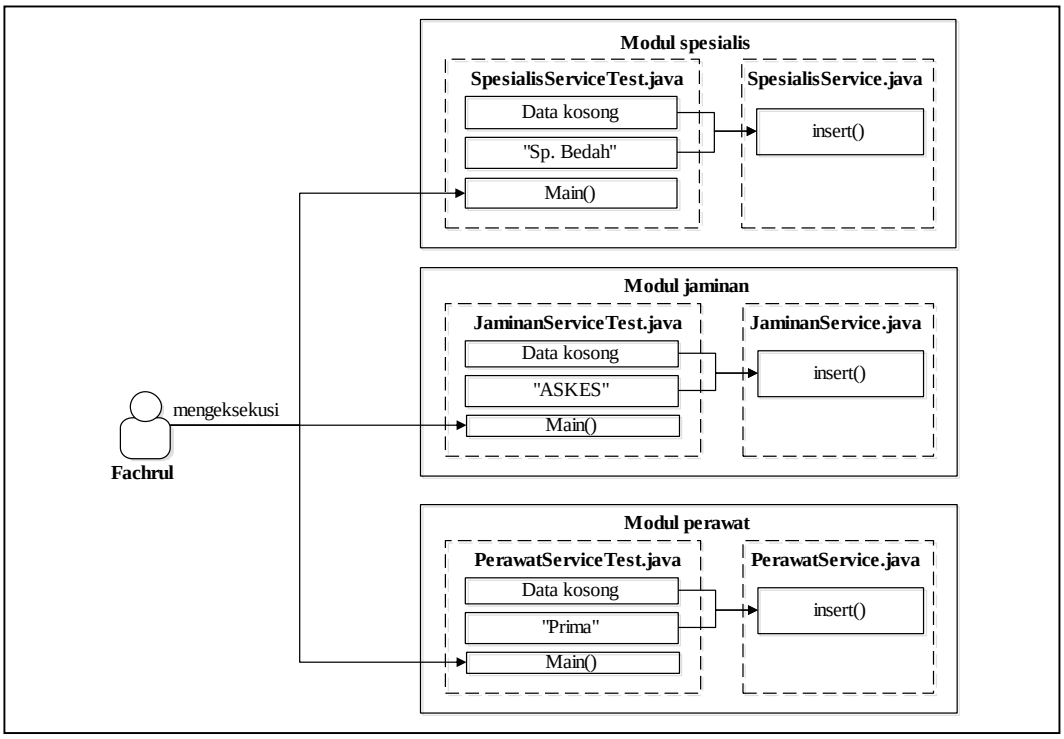
Modul yang dikerjakan setiap *developer* akan ditambahi kelas-kelas. Setiap kelas yang ditambahi ke dalam modul harus diuji. Pengujian unit dilakukan para *developer* untuk memastikan bahwa *functional requirement* dari modul yang dibuat dapat dieksekusi serta minim dari kesalahan.

Untuk menguji suatu kelas, tim memerlukan kelas pengujian. Pada setiap kelas pengujian, *developer* akan menambahi satu atau lebih *test case*. *Developer* yang tidak menggunakan bantuan *automated testing tools*, perlu menambahkan *main method* pada setiap kelas pengujian, agar kelas pengujian tersebut dapat dieksekusi.



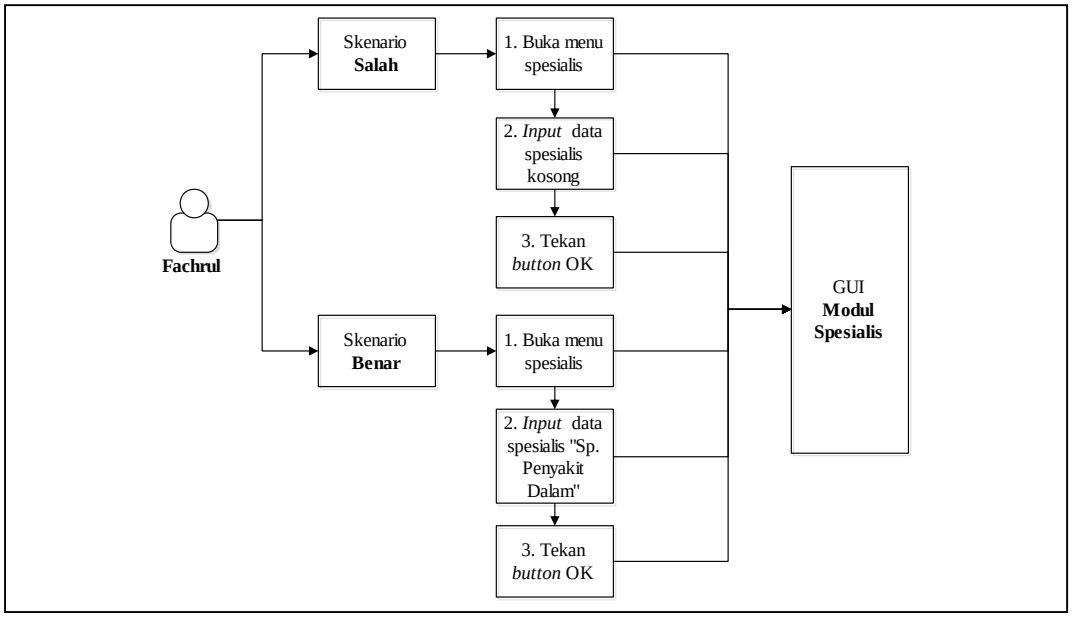
Gambar 4- 4. Pengujian unit secara manual oleh Fachrul

Fachrul menguji kelas `service` pada modul `spesialis`. Untuk menguji kelas tersebut, Fachrul perlu membuat kelas pengujian. Kelas pengujian tersebut berisi *test case* salah dan benar terhadap setiap *method* pada kelas yang akan diuji. Pengujian unit dilakukan Fachrul dengan cara melakukan *trigger* eksekusi kelas pengujian. Ketika Fachrul membuat tiga kelas pengujian, maka Fachrul perlu menambahkan *main method* pada tiga kelas pengujian tersebut dan melakukan tiga kali *trigger* eksekusi kelas pengujian satu per satu.



Gambar 4- 5. Pengujian tiga kelas `service` secara manual oleh Fachrul

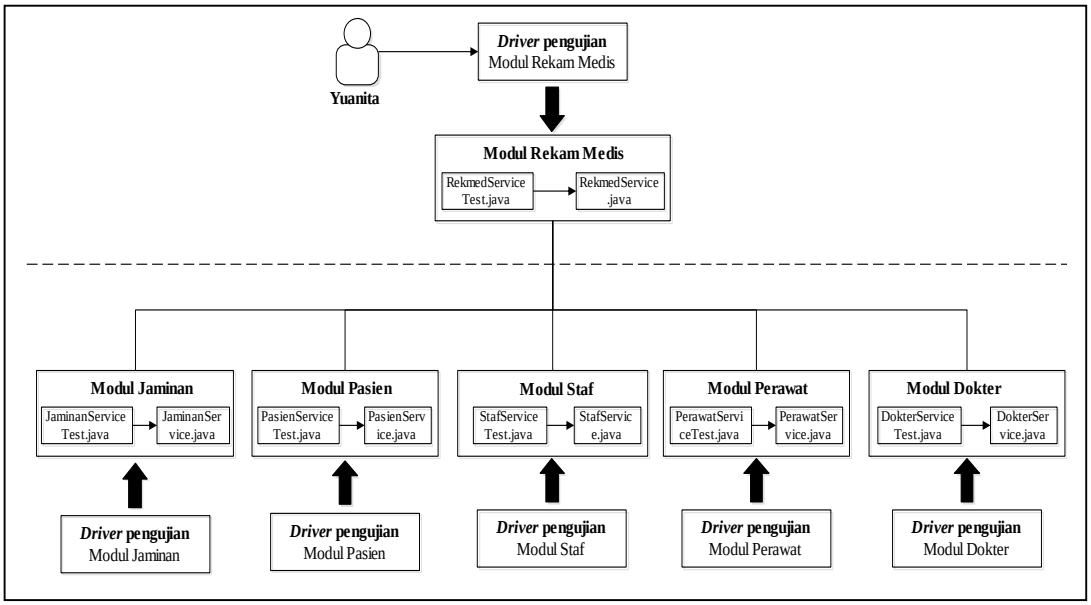
Untuk menguji kelas `GUI`, diperlukan suatu simulasi interaktif terhadap komponen GUI. *Developer* yang tidak menggunakan bantuan *functional testing tools*, perlu melakukan simulasi skenario salah dan skenario benar secara manual dan berulang kali terhadap suatu antarmuka modul.



Gambar 4- 6. Pengujian kelas GUI pada modul spesialis secara manual

Fachrul menguji kelas `GUI` pada modul `spesialis`. Untuk menguji kelas `GUI` tersebut, Fachrul perlu melakukan simulasi interaktif terhadap antarmuka modul `spesialis`. Pengujian kelas `GUI` dilakukan Fachrul dengan cara melakukan *trigger* eksekusi kelas `GUI` dan mensimulasikan skenario salah dan skenario benar. Ketika terdapat kesalahan pada satu atau lebih hasil pengujian, Fachrul harus segera memperbaiki kesalahan tersebut dan mengulangi semua skenario salah dan benar dari awal.

Modul tingkat atas yang tergantung kepada modul tingkat bawah perlu dilakukan pengujian integrasi. Pengujian tersebut dilakukan untuk menguji kombinasi antar modul dan menampilkan kesalahan pada interaksi antar kelas yang terintegrasi.



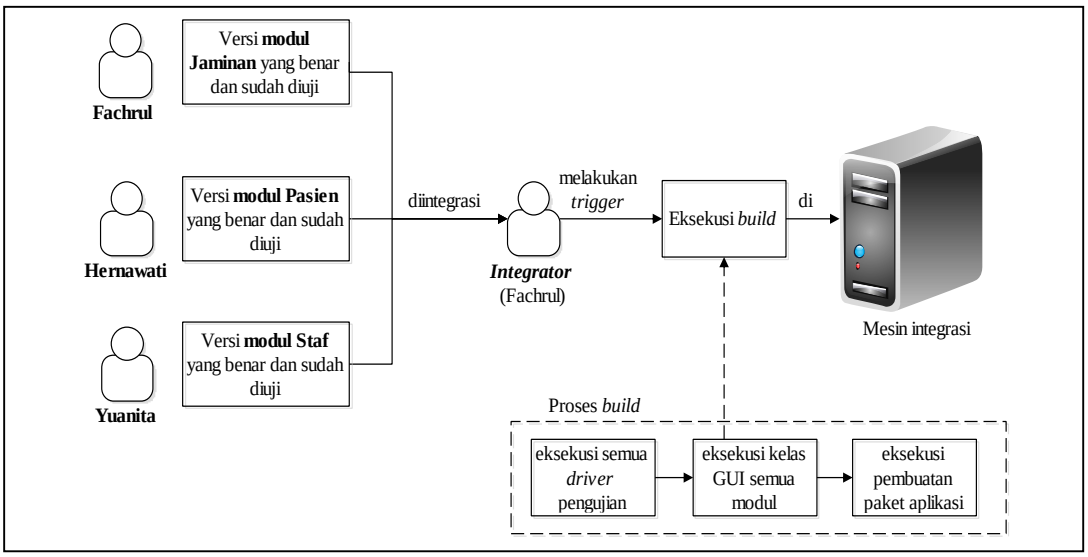
Gambar 4- 7. Pengujian integrasi modul rekam medis secara manual

Yuanita membuat modul `rekam medis` yang tergantung kepada lima modul lain yaitu modul `jaminan`, modul `pasien`, modul `staf`, modul `perawat` dan modul `dokter`. Sebelum Yuanita menguji modul `rekam medis`, maka Yuanita perlu menguji modul tingkat bawah terlebih dahulu. Yuanita menguji integrasi modul `rekam medis` dengan melakukan *trigger* eksekusi semua *driver* pengujian ditingkat bawah satu per satu dan mensimulasikan semua skenario salah dan benar terhadap modul di tingkat bawah. Kegiatan tersebut dilakukan Yuanita untuk dapat

mengetahui penyebab kesalahan yang mungkin terjadi pada pengujian modul `rekam medis`.

4.2.3. Praktik eksekusi *build* secara manual

Modul hasil pekerjaan dari para *developer* akan digabungkan oleh *integrator*. *Developer* yang berperan sebagai *integrator* adalah Fachrul. Berdasarkan pembagian pekerjaan pembangunan aplikasi `medrecapp`, Fachrul akan membuat modul `Jaminan`, Hernawati akan membuat modul `Pasien` dan Yuanita akan membuat modul `Staf`.



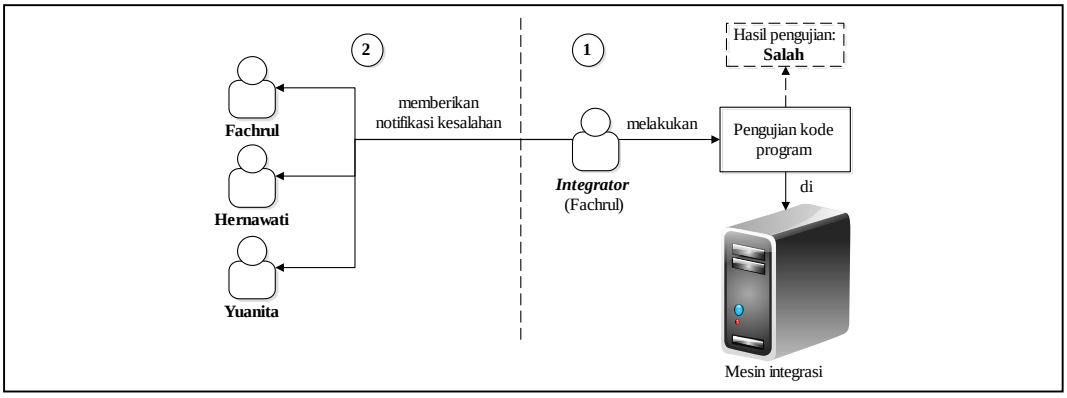
Gambar 4- 8.Eksekusi *build* dengan cara manual

Pada **Gambar 4-6**, dijelaskan bahwa Fachrul akan menggabungkan ketiga modul tersebut dan melakukan serangkaian *trigger* eksekusi *build*. *Trigger* eksekusi *build* yang dilakukan Fachrul dimulai dari *trigger* eksekusi semua *driver* pengujian, *trigger* eksekusi kode program untuk menguji GUI semua modul dan *trigger* eksekusi pembuatan paket aplikasi. Hasil akhir dari proses *build* perangkat lunak tersebut adalah paket aplikasi `medrecapp` yang terdiri dari modul `Jaminan`, `Pasien` dan `Staf`.

4.2.4. Praktik integrasi modul secara manual

Integrasi modul akan dilakukan oleh seorang *integrator* di mesin integrasi. Pada proses eksekusi *build*, *integrator* akan melakukan *trigger* eksekusi semua *driver* pengujian dan *trigger* eksekusi kode program untuk menguji GUI semua modul yang telah dibuat setiap *developer*. Pengujian tersebut dilakukan untuk

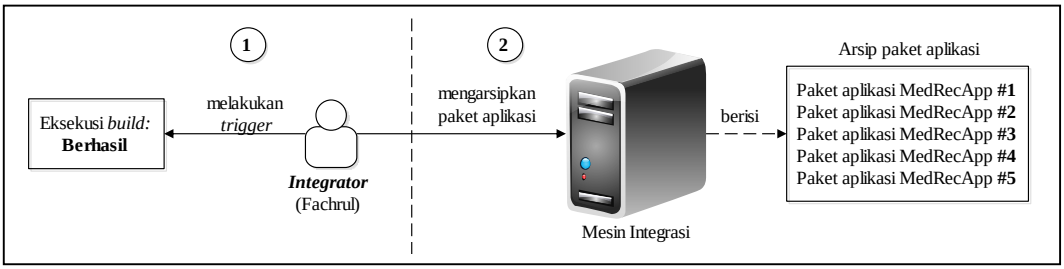
memastikan bahwa paket aplikasi yang akan dibuat dapat minim dari kesalahan. Ketika terjadi kesalahan pada satu atau lebih hasil pengujian, *integrator* perlu menginformasikan kesalahan tersebut kepada setiap anggota tim untuk dapat segera diperbaiki.



Gambar 4- 9. Pemberian notifikasi kesalahan secara manual oleh *integrator*

Pada **Gambar 4-9** dijelaskan bahwa integrasi modul dilakukan oleh *integrator* secara manual. *Developer* yang berperan sebagai *integrator* adalah Fachrul. Fachrul akan melakukan *trigger* eksekusi *build* di mesin integrasi. Pada **Gambar 4-9** bagian 1, dijelaskan bahwa *integrator* menguji kode program semua versi modul yang benar dari setiap *developer*. *Integrator* menemukan kesalahan pada hasil pengujian dan mencatat kesalahan tersebut secara manual. Pada **Gambar 4-9** bagian 2, dijelaskan bahwa Fachrul menginformasikan kesalahan tersebut secara manual kepada setiap *developer* untuk dapat segera diperbaiki.

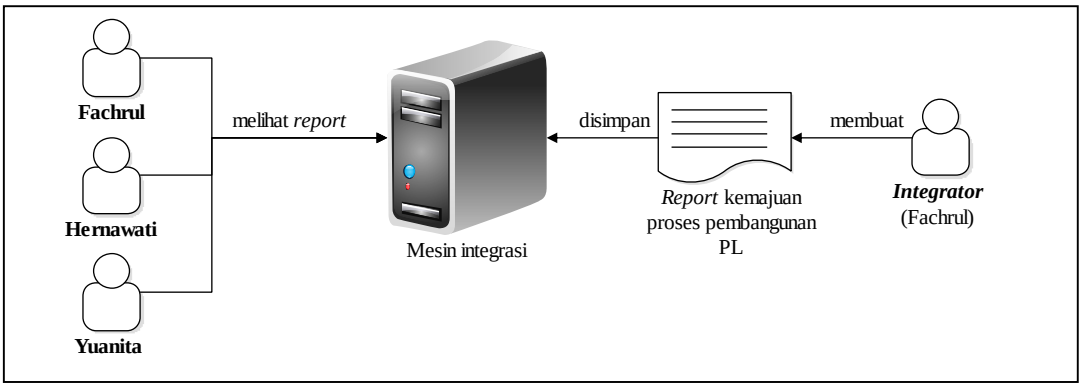
Integrasi modul yang lulus dari pegujian akan dijadikan paket aplikasi berisi *file* siap pakai di mesin integrasi. Untuk mendapatkan *history* dari semua paket aplikasi yang telah dibuat, maka paket aplikasi perlu diarsipkan. Pengarsipan paket aplikasi tersebut dilakukan secara manual oleh seorang *integrator* di mesin integrasi.



Gambar 4- 10. Pengarsipan paket aplikasi `medrecapp` oleh *integrator*

Pada **Gambar 4-10**, dijelaskan bahwa tim mengintegrasikan modul tanpa menggunakan *automated* CI *tools*. Fachrul berperan sebagai seorang *integrator* yang akan melakukan *trigger* eksekusi *build* pada mesin integrasi. Pada **Gambar 4-10** bagian 1, dijelaskan bahwa Fachrul berhasil melakukan *trigger* eksekusi *build* pada mesin integrasi. Hasil dari eksekusi *build* tersebut adalah paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai. Pada **Gambar 4-10** bagian 2, dijelaskan bahwa Fachrul mengarsipkan paket aplikasi di mesin integrasi secara manual. Pengarsipan paket aplikasi dilakukan untuk menyimpan *history* dari perubahan paket aplikasi.

Arsip dari aplikasi tersebut, akan dijadikan *milestone* dari kemajuan proses pembangunan perangkat lunak. Untuk mendapatkan informasi tentang kemajuan proses pembangunan perangkat lunak, *integrator* akan mengarsipkan paket aplikasi secara manual. Pengarsipan paket tersebut dilakukan oleh seorang *integrator* untuk membuat laporan kemajuan proses perangkat lunak di mesin integrasi.



Gambar 4- 11. Pembuatan laporan kemajuan proses aplikasi medrecapp oleh *integrator*

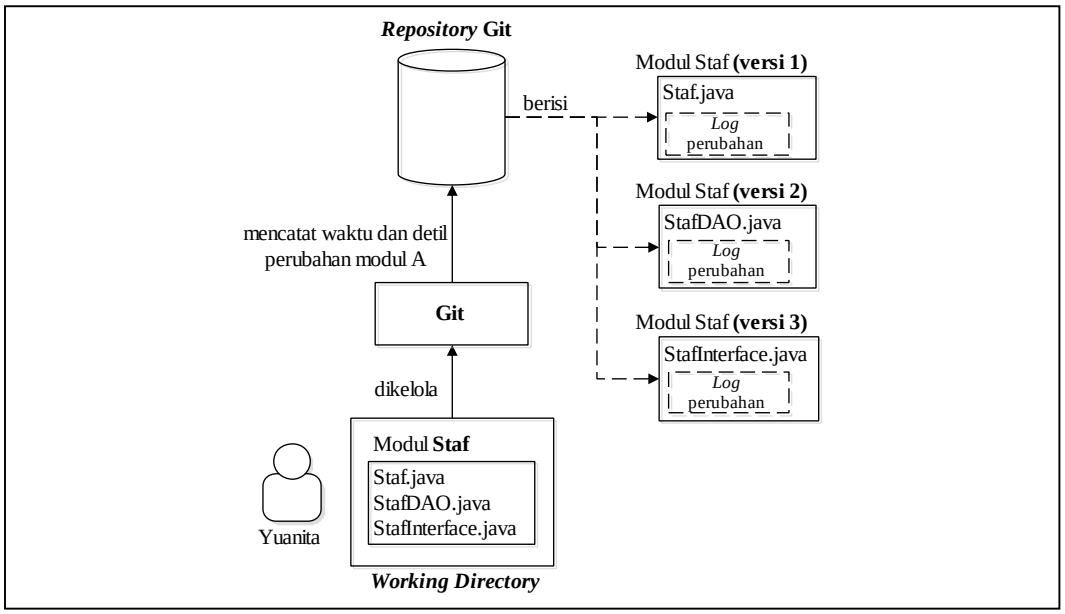
Pada **Gambar 4-11** dijelaskan bahwa tim mengintegrasikan modul tanpa menggunakan bantuan *automated* CI *tools*. Fachrul berperan sebagai *integrator* yang akan membuat laporan kemajuan proses pembangunan aplikasi `medrecapp` di mesin integrasi. Laporan kemajuan tersebut akan dibuat Fachrul setiap selesai melakukan *trigger* eksekusi *build* dan disimpan di mesin integrasi. Tujuan penyimpanan laporan kemajuan tersebut di mesin integrasi adalah agar para *developer* dapat melihat hasil proses pembangunan perangkat lunak hanya dengan mengaksesnya di mesin integrasi.

4.3. Praktik pembangunan aplikasi `medrecapp` menggunakan *toolset*

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang praktik pembangunan aplikasi `medrecapp` dengan CI menggunakan bantuan *toolset*. Praktik dengan penggunaan *toolset* tersebut mencakup praktik penyimpanan versi dengan VCS *tools* (Git dan Github), praktik pengujian kode program dengan *automated testing tools* (JUnit dan FEST), praktik eksekusi *build* dengan *automated build tools* (Ant), dan praktik integrasi modul dengan *automated* CI *tools* (Jenkins).

4.3.1. Praktik penyimpanan versi dengan *VCS tools*

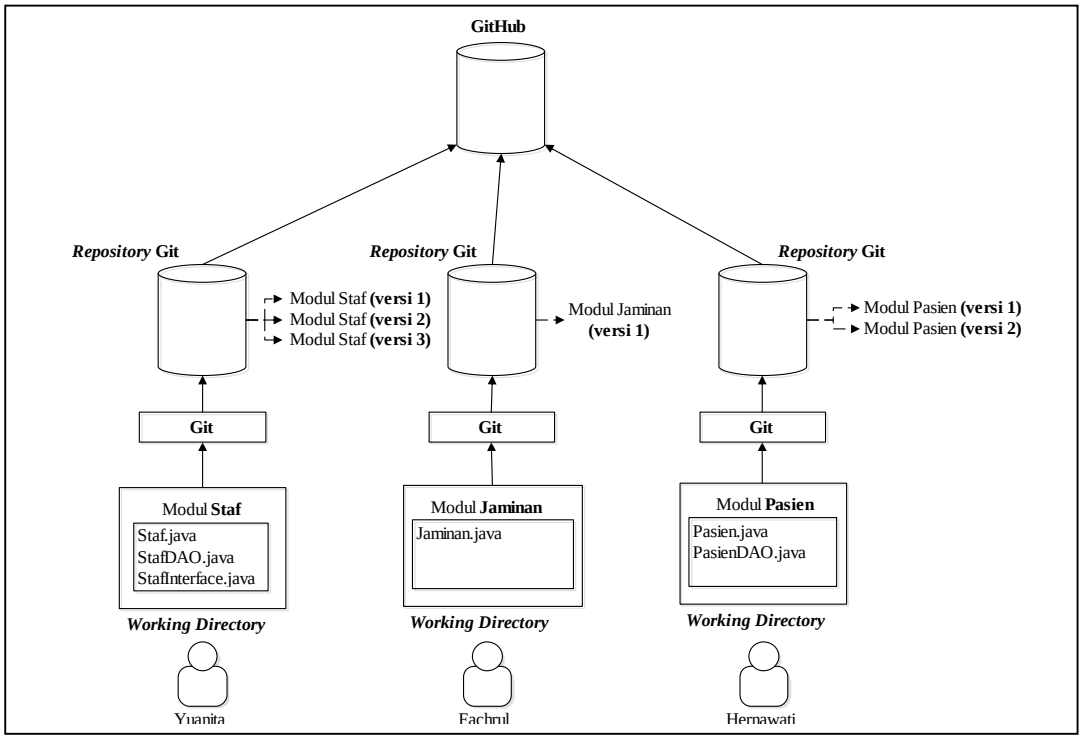
Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang praktik penyimpanan versi yang dilakukan tim pada pembangunan aplikasi `medrecapp` dengan menggunakan bantuan VCS *tools*. Penyimpanan versi pada praktik *automated* CI dengan bantuan VCS *tools* akan dilakukan setiap *developer* dengan menyimpan semua versi modul ke dalam *repository*. *Tools* yang digunakan setiap *developer* untuk penyimpanan versi adalah Git. Penyimpanan versi modul tersebut dapat mempermudah *developer* untuk dapat melakukan *rollback* terhadap versi modul tanpa perlu melakukan duplikasi modul. Para *developer* tidak perlu lagi membuat informasi tentang perubahan yang dilakukan terhadap modul secara manual, karena Git akan mencatat waktu dan isi perubahan secara otomatis ketika *developer* menyimpan versi modul ke *repository*.



Gambar 4- 12. Penyimpanan versi modul ke dalam *repository*

Pada **Gambar 4-12** dijelaskan bahwa Yuanita melakukan penyimpanan versi modul `staf` yang telah diubah dengan menggunakan Git. Modul yang telah diubah akan disimpan ke dalam *repository*, sehingga Yuanita tidak perlu lagi melakukan duplikasi modul `staf`. Waktu dan isi perubahan modul `staf` akan dicatat secara otomatis oleh Git ketika Yuanita menyimpan versi modul ke dalam *repository*. Git hanya akan menyimpan perubahan yang terjadi pada modul `staf` saja, sehingga kapasitas penyimpanan yang digunakan Yuanita dapat lebih kecil dibandingkan dengan cara manual.

Umumnya, cara penggunaan *repository* untuk menerapkan praktik VCS adalah *distributed*. Dengan menggunakan cara *distributed*, setiap *developer* akan memiliki *repository* pada mesin lokal. *Repository* dari setiap *developer* tersebut, akan dihubungkan dengan sebuah *repository* pusat. Penggunaan *repository* dengan cara *distributed* dan dihubungkan pada sebuah *repository* pusat disebut *centralized workflow*.

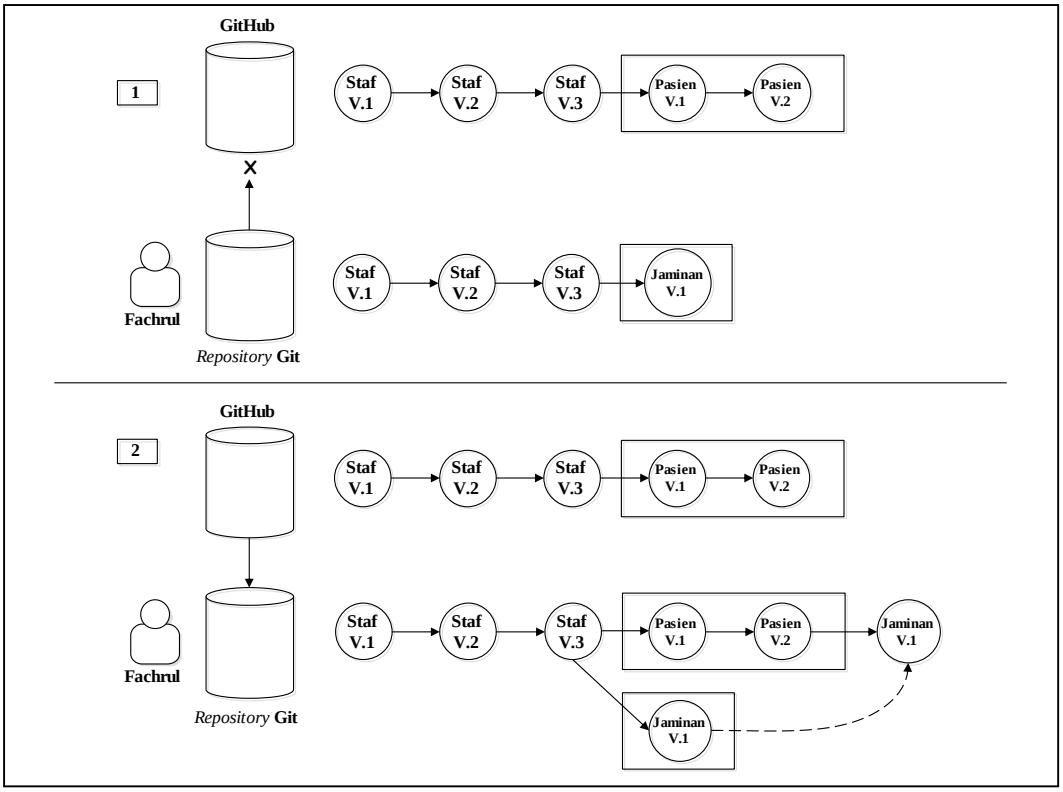


Gambar 4- 13. *Centralized workflow*

Pada **Gambar 4-13**, dijelaskan bahwa untuk menggunakan alur kerja penggunaan *repository* yang tersentralisasi, tim memerlukan sebuah *repository*

pusat. Berdasarkan **Tabel 2-3**, jasa penyedia layanan *repository* pusat yang dapat dikolaborasikan dengan Git salah satunya adalah GitHub. Yuanita mengerjakan pembangunan modul `staf`, Fachrul mengerjakan pembangunan modul `jaminan` dan Hernawati mengerjakan pembanguna modul `pasien`. Setiap *developer* akan menyimpan versi dari modul yang telah diubah ke dalam *repository* Git terlebih dahulu sebelum disimpan ke GitHub. Pekerjaan tersebut dilakukan agar setiap *developer* tidak salah dalam memahami versi modul yang telah disimpan.

Developer yang *repository* lokalnya belum terdapat versi terbaru dari modul di *repository* pusat, tidak akan dapat menyimpan versi modul ke *repository* pusat. Untuk mengatasi masalah tersebut, *developer* perlu mengambil versi terbaru dari modul di *repository* pusat terlebih dahulu. Semua versi terbaru dari modul yang diambil dari *repository* pusat, akan digabungkan dengan versi modul yang ada di *repository* lokal secara otomatis. Dengan menggunakan Git, setiap *developer* dapat selalu memperbarui semua versi modul dari *developer* lain tanpa harus menyimpan duplikasi versi modul secara manual.

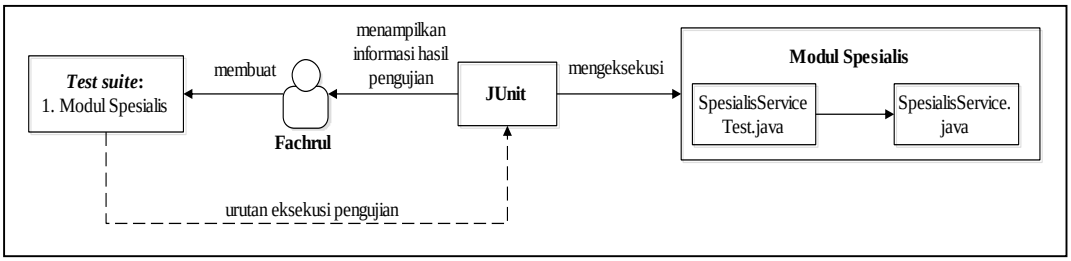


Gambar 4- 14. Penggabungan versi modul

Pada **Gambar 4-14** bagian 1 dijelaskan bahwa Fachrul tidak dapat menyimpan versi modul yang terdapat di *repository* Git ke GitHub, karena *repository* Git Fachrul belum terdapat versi terbaru dari modul di GitHub. Pada **Gambar 4-14** bagian 2 dijelaskan bahwa Fachrul telah mengambil versi terbaru dari modul di GitHub dan akan digabungkan dengan versi modul yang terdapat di *repository* Git secara otomatis.

4.3.2. Praktik pengujian kode program dengan *automated testing tools*

Developer dapat mengurangi usaha pada pengujian unit dengan mengunakan bantuan *automated testing tools*. Berdasarkan **Tabel 2-4** *tools* yang mendukung pengujian unit dengan bahasa pemrograman java salah satunya adalah JUnit. Dengan JUnit, *developer* tidak perlu lagi membuat *driver* pengujian pada setiap kelas pengujian. Selain itu, JUnit menyediakan `test suite` untuk membuat rangkaian pengujian yang akan dieksekusi secara berurutan.

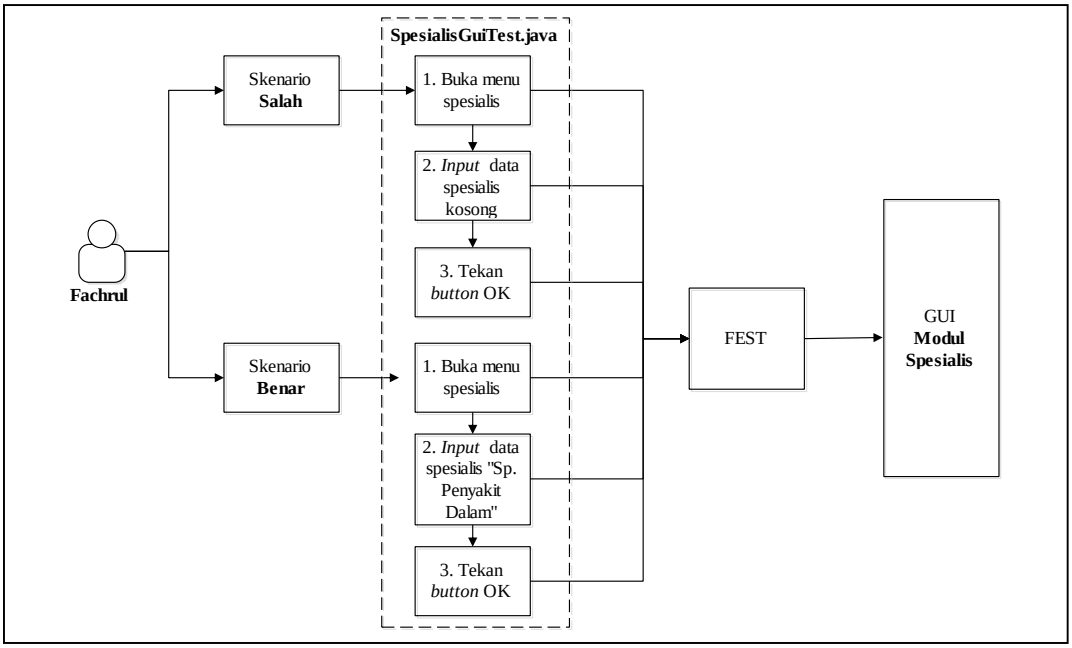


Gambar 4- 15. Pengujian unit dengan menggunakan JUnit

Fachrul menguji kelas `service` pada modul `spesialis` dengan menggunakan `JUnit`. Setelah Fachrul membuat kelas pengujian `spesialis`, Fachrul dapat mengeksekusi kode pengujian tersebut tanpa perlu menambahkan `main method` di kelas pengujian. Kemudian ketika Fachrul membuat tiga kelas pengujian, Fachrul tidak perlu menambahkan `main method` pada ketiga kelas tersebut. Selain itu, Fachrul juga dapat mengeksekusi ketiga kelas pengujian hanya dengan satu kali *trigger* eksekusi `test suite` yang berisi urutan kelas pengujian.

Developer dapat mengurangi usaha dalam menguji kelas `GUI` dengan menggunakan bantuan *functional testing tools*. Berdasarkan **Tabel 2-4** *tools* yang mendukung pengujian GUI dengan menggunakan bahasa pemrograman java salah satunya adalah FEST. Dengan FEST *developer* dapat menguji kelas `GUI` secara

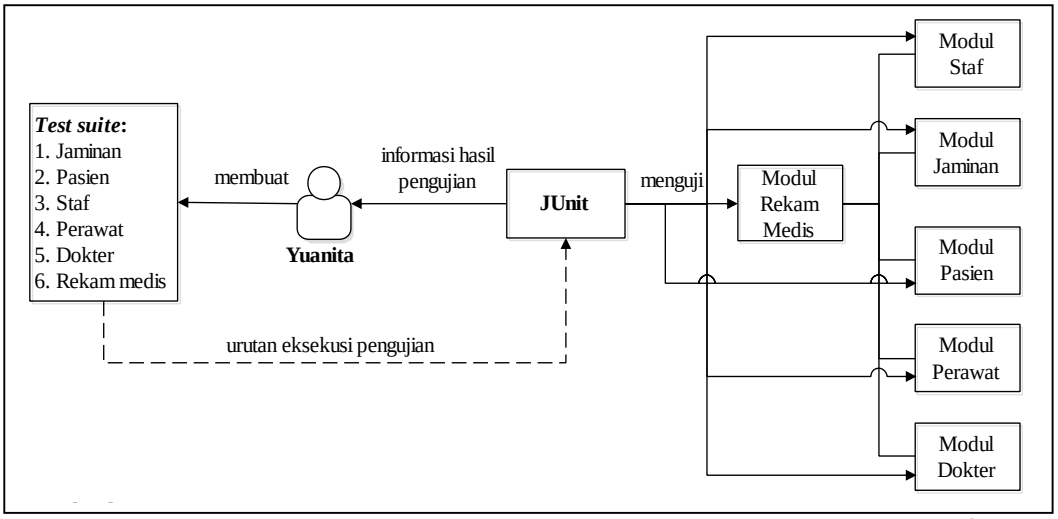
berulang kali tanpa mengeluarkan usaha yang besar. Selain itu, penggunaan FEST dapat dieksekusi dengan menggunakan `test suite` dari JUnit.



Gambar 4- 16. Pengujian kelas GUI modul spesialis dengan menggunakan FEST

Fachrul menguji kelas `GUI` modul `spesialis` dengan menggunakan bantuan FEST. Untuk menguji GUI tersebut Fachrul perlu membuat kelas pengujian yang akan menguji kelas `GUI` modul `spesialis`. Pengujian GUI `spesialis` tersebut akan disimulasikan oleh FEST secara otomatis.

Dengan menggunakan JUnit, usaha pada pengujian integrasi yang dilakukan *developer* dapat diminimalisasi. *Developer* dapat menguji semua modul tingkat bawah hanya dengan satu kali *trigger* eksekusi pengujian. Untuk mengotomasi semua pengujian tersebut, *developer* hanya perlu mengurutkan pengujian pada `test suite`.



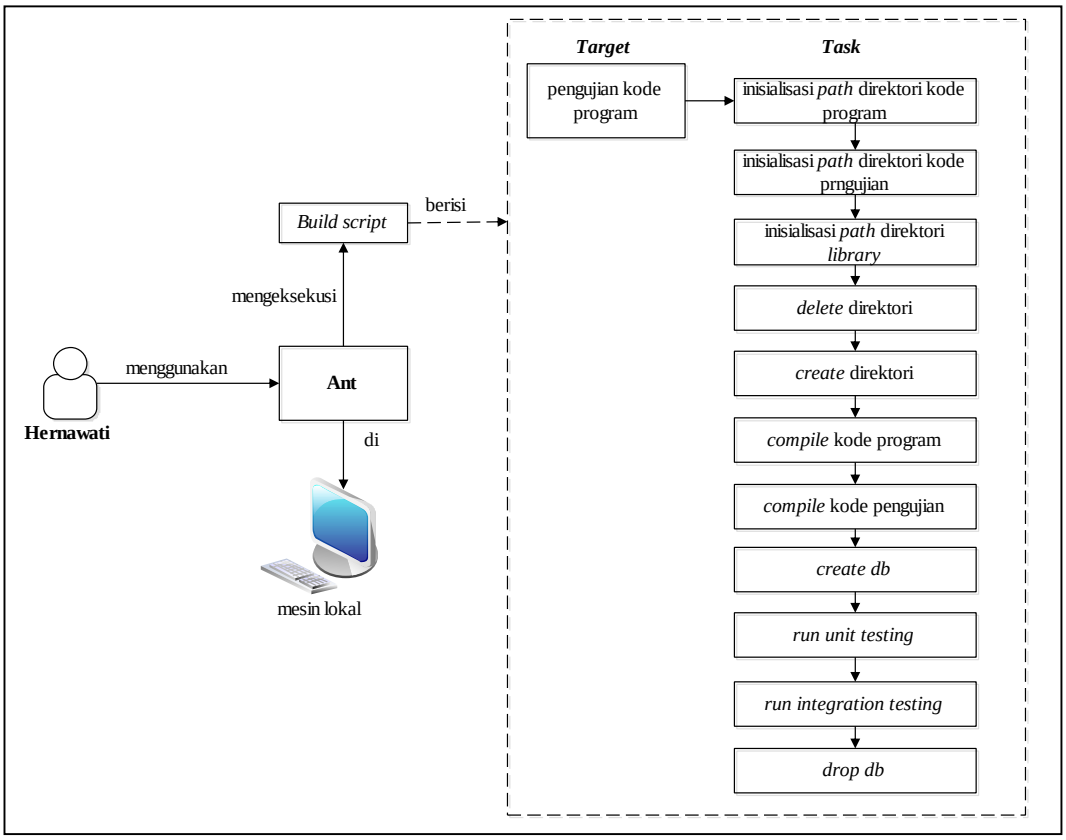
Gambar 4- 17. Pengujian integrasi modul rekam medis dengan menggunakan JUnit

Yuanita menguji integrasi modul `rekam medis` dengan menggunakan bantuan JUnit. Yuanita dapat menguji semua kelas pada modul tingkat bawah dengan hanya satu kali *trigger* eksekusi `test suite`. Yuanita perlu mengurutkan modul tingkat bawah yaitu modul `jaminan`, modul `pasien`, modul `staf`, modul `perawat` dan modul `dokter` pada `test suite`.

4.3.3. Praktik eksekusi *build* dengan *automated build tools*

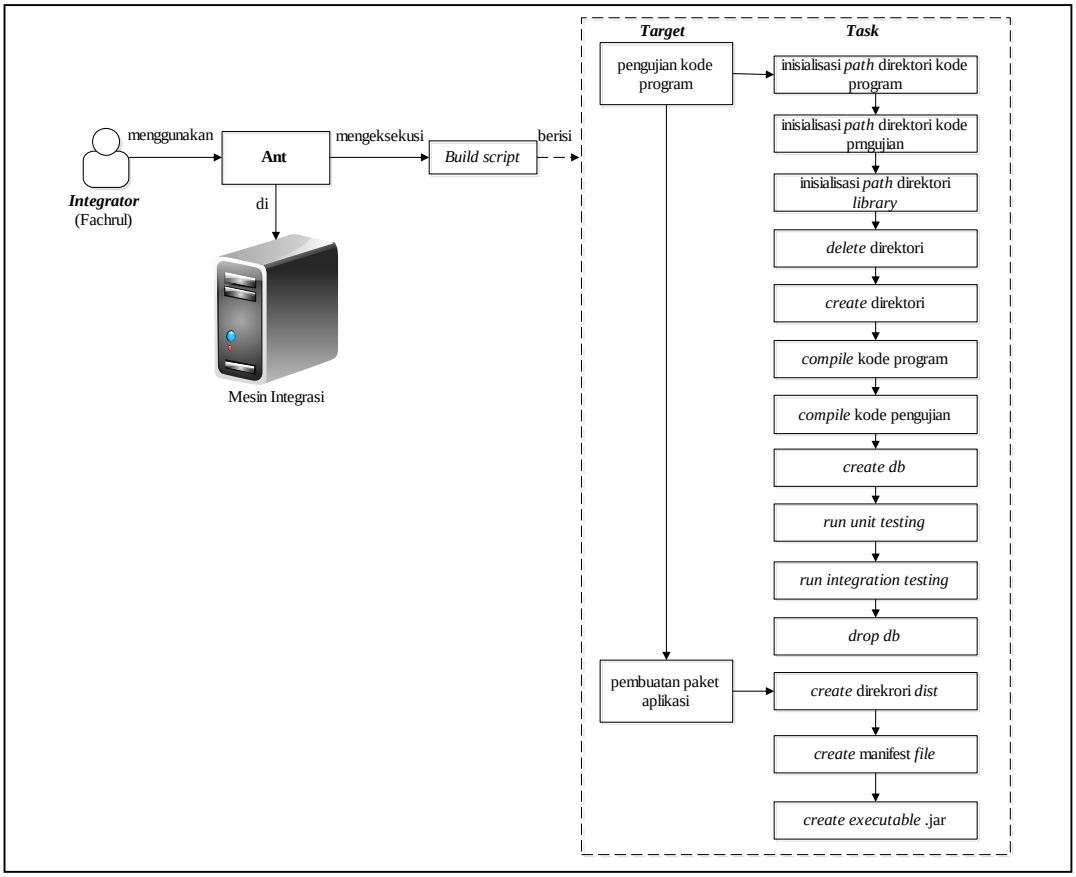
Proses *build* dilakukan dengan menggunakan *automated build tools* yaitu Ant. Kegiatan pengujian kode program dan penyimpanan versi modul yang sudah diubah ke *repository* lokal dapat diotomasi dengan bantuan *build script*. *Build script* tersebut berisi beberapa *target* dan *task* yang akan dieksekusi oleh Ant. Tim membuat *build script* untuk menyamakan proses alur kerja dari setiap anggota tim di mesin lokal serta mengotomasi proses *build* yang akan dilakukan oleh *integrator* di mesin integrasi.

Build script yang dieksekusi oleh Ant di mesin lokal setiap anggota tim disebut *private build*. Untuk menyamakan alur kerja setiap *developer*, tim perlu menentukan *target* dan *task* yang akan dilakukan oleh Ant. Setiap *target* dapat terdiri dari beberapa *task* dan bergantung pada *target* yang lain. Beberapa *target* yang ada pada *private build* mencakup eksekusi pengujian kode program dan penyimpanan versi modul yang sudah diubah ke dalam *repository* lokal.



Gambar 4- 18. Eksekusi *private build*

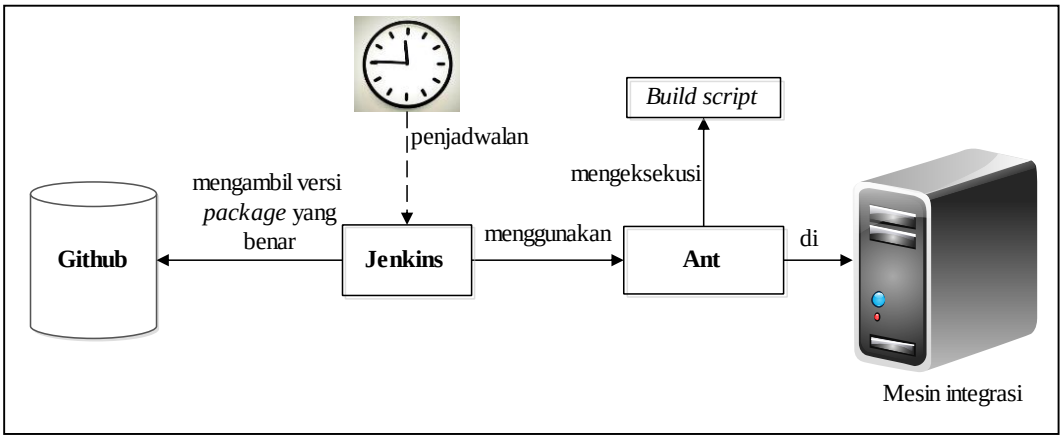
Pada **Gambar 4-18**, dijelaskan bahwa Hernawati menggunakan *automated build tools* yaitu Ant untuk mengeksekusi *build script* yang berisi *target* pengujian kode program yang terdiri dari 11 *tasks*. *Task* tersebut terdiri dari inisialisasi *path* direktori kode program, inisialisasi *path* direktori kode pengujian, inisialisasi *path* direktori *library*, menghapus direktori, membuat direktori baru, kompilasi kode program, kompilasi kode pengujian, membuat *database*, menjalankan *unit testing*, menjalankan *integration testing* dan menghapus *database*.



Gambar 4- 19. Eksekusi *integration build*

Pada **Gambar 4-19**, dijelaskan bahwa *integration build* dieksekusi oleh Fachrul dengan menggunakan Ant. Ant akan mengeksekusi *build script* yang terdiri dari serangkaian *target* dan *task*. Ant akan mengotomasi JUnit untuk menguji program berdasarkan `test suite`.

4.3.4. Praktik integrasi modul dengan *automated CI tools*

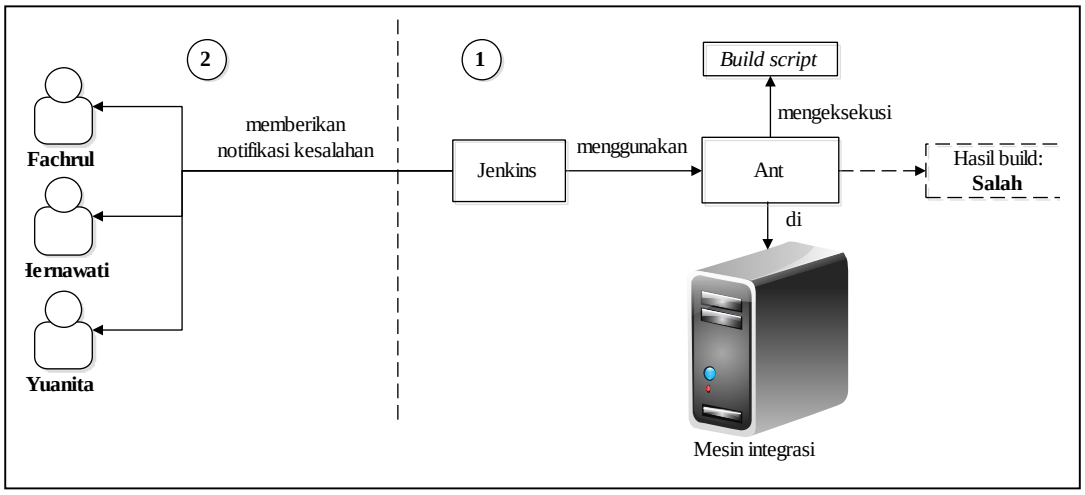


Gambar 4- 20. Penjadwalan eksekusi *build script* pada mesin integrasi

Dengan menerapkan *automated CI tools* dengan Jenkins, maka *integrator* tidak dibutuhkan lagi untuk melakukan proses eksekusi *build script*. Jenkins akan

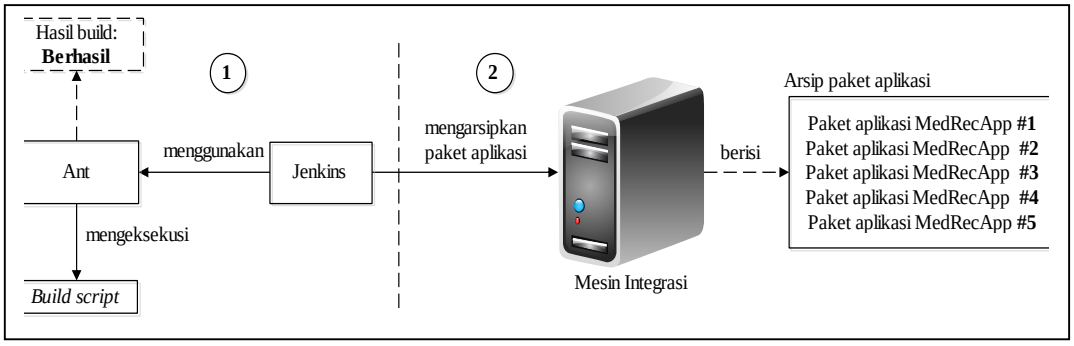
mengeksekusi *build script* dengan menggunakan Ant pada mesin integrasi. Tim hanya perlu menjadwalkan eksekusi *build*, kemudian Jenkins akan mengeksekusi *build script* sesuai dengan penjadwalan yang diatur oleh tim.

Pada setiap eksekusi *integration build*, mesin integrasi akan menguji kode program dan paket aplikasi secara otomatis. Dengan menggunakan Jenkins, maka tim tidak lagi membutuhkan seorang *integrator* pada mesin integrasi untuk menginformasikan kesalahan pada satu atau lebih hasil pengujian. Notifikasi kesalahan tersebut akan diinformasikan oleh Jenkins kepada setiap anggota tim secara otomatis.



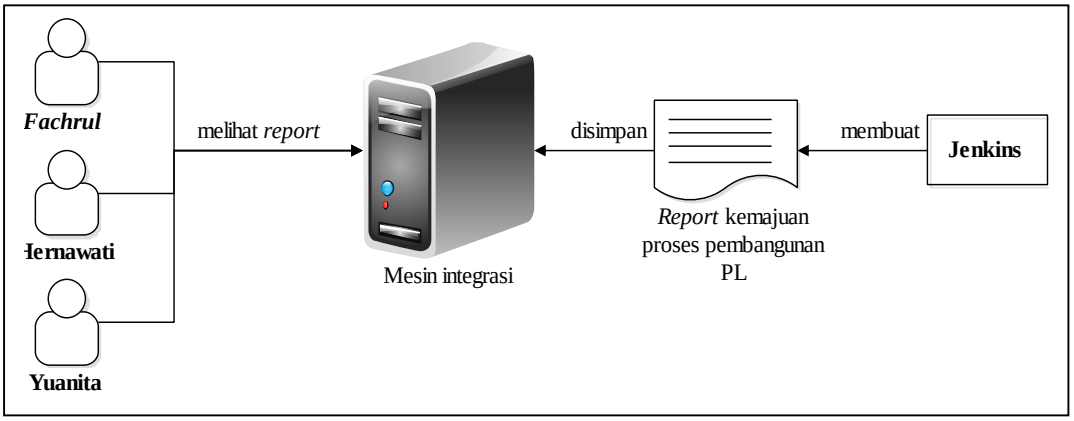
Gambar 4- 21. Notifikasi kesalahan secara otomatis oleh Jenkins

Pada **Gambar 4-21**, dijelaskan bahwa Jenkins mengeksekusi *build script* dengan menggunakan Ant. Jika Jenkins menemukan kesalahan pada hasil *build* yang ada pada mesin integrasi, maka Jenkins akan memberikan notifikasi kesalahan apabila hasil *build* pada mesin integrasi gagal. Dengan *automated CI tools*, maka tim tidak lagi membutuhkan *integrator* untuk mengarsipkan paket aplikasi.



Gambar 4- 22. Pengarsipan paket aplikasi oleh mesin integrasi secara otomatis.

Pada **Gambar 4-22**, dijelaskan bahwa Jenkins menggunakan Ant untuk mengeksekusi *build script*. Kemudian setiap hasil paket aplikasi yang berhasil di-*build* akan diarsipkan oleh Jenkins di mesin integrasi.



Gambar 4- 23. Laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak secara otomatis.

Pada **Gambar 4-23**, dijelaskan bahwa Jenkins akan membuat laporan kemajuan proses pembangunan perangkat lunak yang disimpan di mesin integrasi. Kemudian anggota tim dapat melihat laporan tersebut pada mesin integrasi.

4.4. Kesimpulan studi kasus

Dengan menerapkan praktik *automated* CI, pekerjaan *developer* dapat menjadi lebih efisien. Setiap *developer* hanya perlu membuat kode program serta membuat kode pengujian. Setelah kode pengujian selesai dibuat, *developer* hanya perlu menjalankan pengujian tersebut. Jika hasil pengujian tidak menampikan kesalahan, maka simpan versi modul tersebut ke *repository* dan kembali membuat kode program.

Integrasi modul harus dilakukan secara rutin, agar kesalahan pada kode program dapat segera diketahui sebelum kode program semakin banyak dan kompleks. Sebelum menerapkan praktik *automated* CI, diperlukan perencanaan pembangunan aplikasi yang benar, karena ketika terjadi perubahan pada rencana awal, misalnya perubahan struktur kode program, maka tim tersebut perlu merencanakan ulang praktik tersebut dari awal. Pada praktik *automated* CI diperlukan komunikasi tim yang baik, agar setiap pekerjaan yang dilakukan anggota tim tidak *redundant*.

Setelah tim mengimplementasikan praktik CI tanpa *toolset* dan menggunakan *toolset* pada sub bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan studi kasus. Kesimpulan tersebut dapat dilihat pada **tabel 4-1**.

Tabel 4- 1. Kesimpulan studi kasus praktik CI tanpa *toolset* dan menggunakan *toolset*

No.	**Kegiatan**	**Urutan proses**	
		Praktik CI tanpa *toolset*	**Praktik CI menggunakan *toolset* (*automated* CI)**
1.	Penyimpanan versi modul	1. *Developer* menduplikasi modul di mesin lokal *developer*. 2. *Developer* menyimpan detil informasi perubahan versi modul. 3. *Developer* mengambil duplikasi versi modul di direktori pusat. 4. *Developer* menggabungkan versi modul dari direktori pusat ke direktori lokal. 5. *Developer* menyimpan hasil duplikasi versi modul ke direktori pusat.	1. *Developer* tidak menduplikasi modul, semua versi disimpan di *repository* dengan Git. 2. *Developer* mengelola versi modul di *repository* dengan Git. 3. Git menyimpan informasi detil dari setiap perubahan versi modul. 4. Git menggabungkan versi modul dari *repository* pusat ke *repository* lokal secara otomatis.
2.	Pengujian kode program	1. *Developer* membuat *driver* pengujian di setiap kode pengujian. 2. *Developer* melakukan *trigger* eksekusi *driver* pengujian unit satu per satu. 3. *Developer* mensimulasikan skenario salah dan benar terhadap GUI modul secara manual dan berulang kali. 4. *Developer* yang menguji modul tingkat atas, perlu menguji satu per satu modul yang ada pada tingkat bawah, termasuk GUI modul. 5. *Developer* menguji integrasi dari keseluruhan modul.	1. *Developer* membuat *test suite* dengan JUnit untuk menguji kode program. 2. *Developer* dapat melakukan *trigger* eksekusi lebih dari satu *driver* pengujian dengan *test suite* dari JUnit. 3. *Developer* membuat kode pengujian terhadap GUI modul dan mengotomasikan simulasi pengujian tersebut berdasarkan kode pengujian GUI dengan FEST. 4. *Developer* dapat menguji lebih dari satu GUI dengan *test suite* dari JUnit.

No.	Kegiatan	Urutan proses	
		Praktik CI tanpa *toolset*	**Praktik CI menggunakan *toolset* (*automated* CI)**
			5. *Developer* dapat menguji semua modul tingkat bawah dengan satu kali eksekusi *test suite* dari JUnit.
3.	*Build* aplikasi medrecapp	1. *Developer* melakukan *trigger* eksekusi semua *driver* pengujian. 2. *Developer* melakukan *trigger* eksekusi GUI pada semua modul. 3. *Developer trigger* pembuatan paket aplikasi.	1. Ant mengotomasi eksekusi semua *driver* pengujian. 2. Ant mengotomasi eksekusi pengujian GUI pada semua modul. 3. Ant mengotomasi pembuatan modul di mesin integrasi.
4.	Pengintegrasian modul	1. *Integrator* memberikan notifikasi kesalahan kepada para *developer*. 2. *Integrator* mengarsipkan paket aplikasi di mesin integrasi. 3. *Integrator* membuat laporan kemajuan proses pembangunan aplikasi `medrecapp` di mesin integrasi.	1. Jenkins mengeksekusi *build* di mesin integrasi berdasarkan penjadwalan. 2. Jenkins mengotomasikan pemberian notifikasi kesalahan kepada para *developer*. 3. Jenkins mengotomasikan pengarsipan paket aplikasi medrecapp di mesin integrasi. 4. Jenkins mengotomasikan pembuatan laporan kemajuan proses pembangunan aplikasi `medrecapp`.

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari praktik *automated CI* pada studi kasus aplikasi rekam medis `medrecapp` adalah praktik tersebut dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Pengurangan resiko kegagalan pada pembangunan aplikasi `medrecapp`.
2. Penghilangan proses manual yang sama dan berulang, antara lain:
    a. Membuat catatan tentang rincian perubahan kode program pada setiap versi modul.
    b. Men-*trigger* eksekusi kelas pengujian satu per satu.
    c. Menguji fungsional aplikasi rekam medis `medrecapp` dengan mensimulasi GUI.
    d. Melakukan rangkaian *trigger* eksekusi *build* untuk mendapatkan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai.
    e. Menginformasikan hasil pengujian yang salah dari mesin integrasi.
    f. Mengarsipkan paket aplikasi yang berisi *file* siap pakai di mesin integrasi.
    g. Membuat laporan kemajuan proses pembangunan aplikasi `medrecapp` di mesin integrasi.

Adapun kerangka kerja untuk menerapkan praktik *automated* CI yang mencakup prosedur, teknik dan *toolset* pada pembangunan aplikasi rekam medis `medrecapp` adalah sebagai berikut:

1. Membagi pekerjaan pembangunan aplikasi rekam medis `medrecapp` menjadi modul-modul.
2. Menyiapkan sebuah mesin integrasi. *Automated* CI *tools* yang digunakan tim pada mesin integrasi tersebut adalah Jenkins.

3. Menyiapkan sebuah *repository* pusat. Jasa penyedia layanan penyimpanan versi kode program terpusat yang digunakan tim adalah Github.
4. Melakukan *clone repository* pusat. VCS *tools* yang digunakan tim untuk menyimpan versi kode program secara terdistribusi adalah Git.
5. Membuat *build script*. *Automated build tools* yang digunakan tim untuk mengeksekusi *build script* adalah Ant.
6. Mengotomasi pengujian unit. *Unit testing tools* yang digunakan tim adalah JUnit.
7. Mengotomasi pengujian fungsional. *Functional testing tools* yang digunakan tim adalah FEST.
8. Menyimpan versi modul yang sudah lolos pengujian.
9. Mengambil versi modul yang ada di *repository* pusat sebelum menyimpan versi modul ke *repository* pusat.
10. Mengotomasi pembuatan paket aplikasi di mesin integrasi.
11. Mengotomasi pemberian notifikasi kesalahan dari mesin integrasi ke setiap *developer*.
12. Mengotomasi pengarsiapan paket aplikasi di mesin integrasi.
13. Mengotomasi pembuatan laporan kemajuan proses pembangunan aplikasi rekam medis `medrecapp`.

5.2. Saran

Setiap tim mempunyai alur kerja yang berbeda-beda pada pembangunan perangkat lunak. Begitu juga dengan penerapan praktik *automated* CI, semua tergantung pada prosedur dan teknik yang digunakan oleh tim tersebut. Saran yang dapat dibuat setelah penerapan praktik *automated* CI pada studi kasus aplikasi rekam medis `medrecapp` antara lain:

1. Penggunaan *toolset* pada praktik *automated* CI tergantung pada prosedur dan teknik yang digunakan oleh tim.
2. Sebaiknya, sebelum *developer* menggunakan *toolset*, *developer* perlu memahami konsep *automated* CI terlebih dahulu.

3. Setiap tim memiliki prosedur yang berbeda dalam membangun sebuah perangkat lunak. Oleh karena itu, pembahasan prosedur, teknik dan *toolset* pada bab sebelumnya belum tentu dapat digunakan oleh tim yang lain.