

BAB 2

Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang sudah banyak dilakukan terkait penggunaan data rekam gigi sebagian besar masih terbatas pada penggunaan metode manual dengan cara membandingkan data *ante-mortem* dan data *post-mortem* dalam proses pencocokan data. Standar proses identifikasi yang dilakukan oleh tim *Disaster Victim Identification* (DVI) berpedoman pada panduan yang dikeluarkan oleh Interpol (2014). Dalam panduan tersebut, Interpol menjelaskan bahwa pencocokan data odontogram *ante-mortem* dan *post-mortem* dilakukan oleh tim ahli yang melibatkan tenaga spesialis odontologi forensik yang ditunjuk oleh kepolisian dan tim DVI. Proses pencocokan dilakukan dalam tahap rekonsiliasi dengan melakukan *sorting* terhadap basis data odontogram dan juga melihat bukti fisik kedua odontogram (*ante-mortem* dan *post-mortem*) yang dilakukan oleh ahli atau spesialis odontologi forensik.

Penelitian yang dilakukan oleh Prawestiningtyas et al. (2009) melaporkan bahwa dalam beberapa kasus kejadian bencana kecelakaan transportasi yang pernah terjadi di Indonesia, peran penggunaan data rekam gigi dalam proses identifikasi cukup besar, baik penggunaan sebagai data primer identifikasi maupun data kombinasi primer dan sekunder. Dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa penggunaan data rekam gigi dapat mengidentifikasi 51% dari identitas korban pada kejadian bom Bali I dan 60% dari korban kejadian kecelakaan lalu lintas di Bondowoso saat sebuah bis terbakar dan menghanguskan sebagian penumpangnya. Penggunaan data rekam gigi juga berhasil membantu proses identifikasi pada kasus tenggelamnya kapal KM. Senopati Nusantara yang terjadi pada Desember 2006 dan juga pada kasus meledak dan terbakarnya pesawat Garuda Indonesia GA 200 PK-GZC Boeing 737-400 yang terjadi di bandar udara Adi Sutjipto Yogyakarta pada bulan Maret 2007.

Penelitian lain terkait proses identifikasi menggunakan data rekam gigi atau odontogram juga dilakukan oleh Budi (2014) yang meneliti proses identifikasi dengan memanfaatkan data restorasi gigi pada jenazah yang belum teridentifikasi dan mengalami kerusakan sehingga sulit dikenali. Keberadaan bahan restorasi dapat dengan akurat mengidentifikasi korban yang sebelumnya diragukan identitasnya dengan menggunakan metode identifikasi lainnya. Proses yang dilakukan dalam penelitian tersebut juga masih

mengandalkan teknik pengamatan secara langsung dan manual data yang ada dan didapat dari penjelasan saksi atau keluarga.

Dari beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan di atas, peneliti melihat bahwa sampai saat ini belum ada aplikasi yang digunakan secara khusus untuk melakukan pencocokan data rekam gigi *ante-mortem* dan *post-mortem* secara otomatis. Aplikasi yang digunakan oleh tim DVI khususnya dari kepolisian RI saat ini terbatas pada pengumpulan data *ante-mortem* dan melakukan *sorting*, namun masih melakukan pencocokan secara manual. Pada penelitian ini, peneliti berharap dapat diperoleh metode yang sesuai dan akurat dalam melakukan pencocokan dan identifikasi secara otomatis yang nantinya dapat dijadikan sebagai masukan dan mempercepat proses identifikasi pada jenazah yang sulit dikenali.

Model aplikasi yang peneliti usulkan akan mengubah terlebih dahulu data odontogram menjadi bentuk matriks kondisi gigi dengan format JSON dari semua permukaan gigi yang terdapat dalam rongga mulut pasien. Konversi data menjadi bentuk matriks JSON diharapkan dapat mempermudah dan mempercepat proses pencocokan data odontogram *ante-mortem* dan *post-mortem* secara otomatis.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Ilmu Kedokteran Gigi Forensik

Ilmu kedokteran gigi forensik merupakan salah satu cabang ilmu kedokteran gigi yang mempelajari tentang proses pengumpulan data guna membantu mengidentifikasi maupun pengumpulan data sebagai bukti terjadinya tindak kriminalitas dalam proses peradilan dan penegakan hukum dengan menggunakan gigi. Ilmu kedokteran gigi forensik sangat dibutuhkan guna pemecahan kasus-kasus kriminal dan juga kasus bencana yang korbannya sulit dikenali secara langsung dikarenakan proses pembusukan maupun bencana yang mengakibatkan kerusakan secara fisik seperti kebakaran, kecelakaan pesawat, gempa dan bencana lainnya. Ilmu kedokteran gigi forensik atau sering disebut odontologi forensik merupakan cabang ilmu baru dalam bidang kedokteran gigi dan sampai dengan 2014 belum terdapat program studi pendidikan formal di Indonesia sehingga para ahli atau spesialis yang ada di Indonesia saat ini mempelajari keahlian tersebut dengan mengikuti pelatihan-pelatihan baik di dalam maupun di luar negeri (Hendriyana, 2014; Prasetya, 2018).

2.2.2 Rekam Medis Gigi

Dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan, baik instansi kesehatan maupun dokter dan dokter gigi wajib membuat catatan dan riwayat kesehatan pasien yang dikenal dengan rekam medis. Setiap tindakan dan kondisi pasien harus tercatat dengan baik sebagai riwayat kesehatan pasien yang dapat ditelusuri saat dibutuhkan kemudian hari baik sebagai pertimbangan bagi dokter yang akan merawat maupun sebagai bukti legal dalam pengadilan pada sebuah perkara hukum. Kewajiban pembuatan rekam medis bagi instansi kesehatan dan tenaga medis tertuang dalam undang-undang No. 29 tahun 2004 tentang praktik kedokteran. Rekam medis harus dibuat secara sistematis, akurat dan lengkap dengan mencantumkan setiap kondisi kesehatan pasien dari identitas, keluhan, diagnosa, proses perjalanan penyakit, kode ICD, proses pengobatan, setiap tindakan yang telah dikerjakan dan juga melampirkan semua dokumen hasil pemeriksaan (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

Peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia nomor 269 tahun 2008 tentang rekam medis, menjelaskan bahwa rekam medis yang dibuat sekurang-kurangnya memuat informasi tentang: identitas pasien (nama, umur, jenis kelamin, alamat dan pekerjaan), tanggal dan waktu perawatan dilakukan, *anamnesa* (setidaknya berisi keluhan utama, keluhan tambahan dan riwayat penyakit yang diderita), hasil pemeriksaan fisik dan dokumen hasil pemeriksaan penunjang, diagnosa tentang penyakit yang diderita oleh pasien, rencana perawatan yang akan dilakukan dan penatalaksanaannya, pengobatan yang diberikan dan/atau tindakan yang dilakukan, pelayanan kesehatan lain yang telah diberikan kepada pasien, odontogram atau rekam gigi klinis bagi pasien dengan kasus gigi, persetujuan tindakan medis apabila diperlukan, terutama untuk setiap tindakan medis yang bersifat operatif dan memiliki risiko medis yang tinggi.

Peraturan Menteri Kesehatan nomor 269 tahun 2008 juga menjelaskan bahwa setiap rekam medis yang dibuat, harus diberikan tanda tangan dan nama dokter, dokter gigi atau tenaga kesehatan tertentu yang melakukan pemeriksaan dan perawatan. Dokumen rekam medis bersifat sangat rahasia, berkas rekam medis merupakan milik instansi yang memberikan pelayanan kesehatan, sedangkan isi informasi dalam rekam medis merupakan milik pasien. Rekam medis bersifat rahasia dan harus dijaga kerahasiaannya oleh dokter, dokter gigi, tenaga kesehatan tertentu, petugas pengelola dan pimpinan instansi pelayanan kesehatan. Informasi dalam rekam medis hanya bisa diberikan atau dibuka untuk kepentingan kesehatan pasien, penegakan hukum atas perintah pengadilan, permintaan dan atas persetujuan pasien sendiri, permintaan institusi yang berdasarkan undang-undang dan

untuk kepentingan penelitian, pendidikan dan audit medis dengan syarat tidak menyebutkan identitas pasien.

Rekam medis dalam kasus gigi dan mulut berdasarkan panduan yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2014, disebutkan bahwa rekam medis kedokteran gigi setidaknya terdiri atas 4 bagian yaitu:

- a. Identitas pasien,
- b. Odontogram,
- c. Tabel perawatan yang dilakukan,
- d. Lampiran penunjang/pelengkap mencakup hasil foto *Rontgen*, hasil pemeriksaan laboratorium, persetujuan tindakan medis atau *inform consent* dan lampiran lain yang diperlukan.

Rekam medis gigi yang dibuat oleh dokter gigi atau sarana pelayanan kesehatan gigi saat ini masih banyak yang belum sesuai dengan standar yang diharuskan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewanto (2016) bahwa di Yogyakarta, hanya ada 5% dokter gigi yang membuat rekam medis gigi lengkap dengan odontogram menggunakan penomoran *Federation Dentaire Internationale* (FDI) sesuai dengan standar rekam medis nasional yang ditetapkan oleh kementerian kesehatan. Hasil penelitian ini menunjukkan, bahwa sebagian besar dokter gigi masih membuat rekam medis sederhana dan belum sesuai standar nasional.

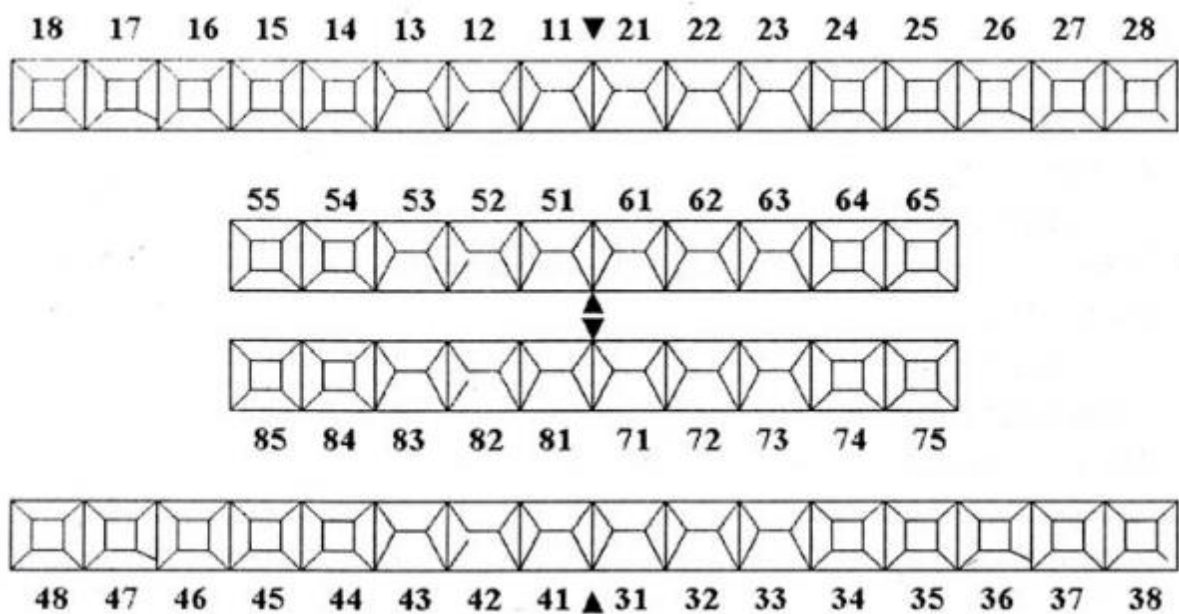
Pengisian odontogram yang dilakukan oleh dokter gigi harus mengikuti standar yang telah ditetapkan seperti tertera dalam buku panduan yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan RI tahun 2014 dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Penomoran gigi geligi menggunakan sistem penomoran yang ditetapkan oleh FDI.
- b. Terdapat lima permukaan yang wajib di isikan saat menuliskan lokasi atau posisi dari karies atau lubang gigi dan tambalan. Lima permukaan tersebut adalah **MODVL**
M = *Mesial*, **O** = *Occlusal*, **D** = *Distal*, **V** = *Vestibular (buccal/labial)* dan **L** = *Lingual/palatal*.
- c. Restorasi dituliskan dengan menggunakan warna hitam-putih, jika restorasi berupa logam menggunakan hitam penuh sedangkan untuk restorasi yang sewarna dengan gigi dilakukan pengarsiran pada permukaan gigi yang dilakukan penambalan, begitu juga dengan tambalan *inlay*.
- d. Pewarnaan pada odontogram untuk membedakan jenis tambalan boleh dilakukan dengan ketentuan warna merah untuk tambalan logam berwarna emas, hitam untuk tambalan berbahan logam biasa atau amalgam, warna hijau untuk tambalan yang

sewarna dengan gigi dan merah muda untuk tambalan pencegahan atau *fissure sealant*.

- e. Penulisan singkatan permukaan harus dituliskan dengan huruf kapital dan terletak di depan sedangkan kondisi gigi yang menyertai ditulis dengan huruf kecil di belakangnya, contoh: **DO car** yang menggambarkan karies atau lubang pada permukaan *distal* dan *occlusal*.
- f. Gigi dengan dua atau lebih kondisi, penulisan singkatan kondisi dipisahkan dengan tanda (-) pada tiap singkatan kondisi gigi tersebut, contoh: **gigi 11: mis-pon-pob**.

Odontogram manual yang saat ini digunakan oleh dokter gigi di Indonesia sesuai dengan petunjuk rekam medis kedokteran gigi yang dikeluarkan oleh kementerian kesehatan RI adalah seperti tampak pada Gambar 2.1, sedangkan daftar singkatan kondisi gigi yang digunakan dalam penulisan rekam medis gigi atau odontogram bisa dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2.1 Format *odontogram* manual yang digunakan di Indonesia

Tabel 2.1 Daftar singkatan kondisi gigi yang digunakan dalam penulisan rekam medis gigi atau odontogram

Singkatan	Arti		
abr	Abrasi	amf	Tambalan amalgam
abu	Gigi penyangga	ano	Anomali
acr	Akrilik	att	Atrisi
		car	Karies

cfr	Fraktur mahkota
cof	Tambalan komposit
dia	<i>diastema</i>
fis	<i>Fissure sealant</i>
fid	<i>Full Denture</i>
fmc	<i>Full metal crown</i>
gif	Tambalan GIC
gmc	<i>Gold metal crown</i>
imv	<i>Impacted visible</i>
inl	<i>Inlay</i>
ipx	Implan
meb	<i>Metal bridge</i>
mis	Gigi hilang
mpc	<i>Metal porcelain crown</i>

non	Tidak ada/ tidak diketahui
nvt	Gigi non-vital
pob	<i>Porcelain bridge</i>
poc	<i>Porcelain crown</i>
pon	<i>Pontic</i>
prd	Gigi tiruan sebagian
pre	Erupsi sebagian
rct	Perawatan saluran akar
rot	Gigi rotasi
rrx	Sisa akar
sou	Gigi normal/sehat
une	Tidak/belum erupsi

2.2.3 Identifikasi Menggunakan Rekam Gigi atau Odontogram

Penggunaan data rekam gigi untuk keperluan identifikasi terhadap seseorang yang meninggal karena kecelakaan atau bencana dan sulit dikenali secara fisik banyak dijadikan sebagai metode penentu dikarenakan data gigi sebagai data biometri yang memiliki tingkat keunikan dan keakuratan yang tinggi. Beberapa alasan yang mendasari penggunaan data rekam gigi untuk identifikasi adalah sebagai berikut (Senn & Weems, 2013):

- a. Gigi memiliki tingkat keunikan yang sangat tinggi, hal ini dikarenakan setiap orang memiliki 32 gigi bagi orang dewasa, dan 20 gigi bagi anak-anak. Setiap gigi akan memiliki 5 permukaan untuk gigi belakang dan 4 permukaan pada gigi depan. Masing-masing gigi dan permukaannya akan memiliki kondisi yang berbeda dari pencabutan, gigi berlubang, penambalan, bahan tambalan yang digunakan, pergeseran, gigi tiruan, implan dan kondisi-kondisi lain yang terdapat pada setiap gigi. Kombinasi gigi, permukaan dan kondisi-kondisi yang menyertai setiap gigi dan permukaannya ini memiliki sedikit sekali kemungkinan sama antara dua individu.
- b. Gigi tersusun atas bahan menyerupai tulang namun dengan kekuatan dan daya tahan hancur yang lebih tinggi dibandingkan dengan tulang. Hal ini membuat gigi dapat bertahan meski terbakar hingga suhu 1000° F. Selain itu, lokasi gigi yang berada

dalam mulut membuat gigi terlindung oleh otot dan jaringan lunak mulut sehingga terlindung dari benturan langsung.

- c. Masyarakat yang telah peduli kesehatan gigi dan rutin memeriksakan gigi ke dokter gigi, akan memiliki catatan perawatan dan rekam gigi yang akan dibuat oleh dokter gigi dalam setiap kunjungan, hal ini akan memudahkan ahli forensik untuk mendapatkan data *ante-mortem* saat dibutuhkan pada proses pencocokan dengan data *post-mortem*.
- d. Data *ante-mortem* dapat didapatkan dengan mudah dan cepat oleh ahli forensik tanpa perlu melakukan uji laboratorium khusus yang memakan waktu lama.

Dalam beberapa kasus kecelakaan massal yang pernah terjadi di Indonesia, penggunaan data rekam medis gigi sangat membantu proses identifikasi dan banyak di antara korban dapat teridentifikasi dari kondisi gigi. Salah satu contoh adalah pada kasus terbakarnya pesawat Garuda GA 200 PK-GZC yang terjadi di bandara Yogyakarta, korban yang dapat teridentifikasi dari data primer gigi berjumlah 14 jenazah dari 21 jenazah (66,7%) dan 6 jenazah (28,6%) dapat teridentifikasi menggunakan data primer gigi dengan kombinasi data sekunder. Dari contoh kasus di atas dapat kita lihat, bahwa metode identifikasi dengan data rekam medis gigi memiliki tingkat keberhasilan lebih dari 90%, hal ini terbukti dari teridentifikasinya 20 dari 21 jenazah yang hangus terbakar, dan hanya 1 jenazah yang teridentifikasi dari kondisi fisik yang masih bagus dan dapat dikenali secara langsung (Prawestiningtyas et al., 2009).

Penggunaan data rekam gigi atau odontogram untuk mengidentifikasi jenazah yang kondisinya sulit dikenali dilakukan dengan cara membandingkan data yang terdapat pada jenazah tersebut (data *post-mortem*) dengan data sebelum meninggal (data *ante-mortem*). Data *post-mortem* biasanya dapat secara langsung didapat dari jenazah dengan melakukan pemeriksaan pada kondisi gigi jenazah, sedangkan data *ante-mortem* bisa didapatkan dari keterangan keluarga, dokter gigi yang pernah merawat maupun rumah sakit atau instansi pelayanan kesehatan gigi lainnya.

Kondisi gigi yang paling sering menjadi petunjuk dalam perbandingan data rekam gigi *ante-mortem* dan *post-mortem* adalah adanya tambalan atau restorasi pada gigi. Restorasi pada gigi akan mempermudah identifikasi terutama jika bahan restorasi tersebut merupakan restorasi logam seperti tambalan *inlay/onlay* logam, gigi tiruan jembatan yang terbuat dari logam ataupun tambalan biaya yang terbuat dari amalgam. Restorasi logam memiliki tingkat keawetan yang lebih tinggi dan tahan terhadap perubahan baik karena panas maupun proses dekomposisi pada proses pembusukan jenazah (Budi, 2014). Proses

identifikasi dengan membandingkan data odontogram akan lebih mudah dan akurat dengan adanya data restorasi yang identik antara data *ante-mortem* dan data *post-mortem*.

Berdasarkan dokumen panduan DVI yang dikeluarkan oleh Interpol tahun 2014, identifikasi yang dilakukan terhadap jenazah yang tidak dikenali dengan menggunakan perbandingan data *ante-mortem* dan *post-mortem* akan memiliki beberapa kemungkinan kesimpulan yaitu:

- *Identification*, tim DVI yakin data *ante-mortem* dan *post-mortem* berasal dari individu yang sama
- *Identification probable*, tim DVI berhasil menemukan beberapa karakter yang sesuai antara data *ante-mortem* dan data *post-mortem* namun salah satu atau kedua data tersebut minim atau kurang
- *Identification possible*, Tim DVI tidak menemukan perbedaan dari data *ante-mortem* dan *post-mortem* namun salah satu atau kedua data tersebut sangat kurang.
- *Identity exclude*, Tim menemukan bahwa data *ante-mortem* dan data *post-mortem* merupakan milik dua orang yang berbeda
- *Insufficient evidence*, Tim DVI tidak memiliki salah satu data baik data *ante-mortem* maupun data *post-mortem* untuk dijadikan pembandingan

2.2.4 Pembandingan Data Rekam Gigi

Interpol dalam panduan pelaksanaan DVI menjelaskan bahwa pelaksanaan identifikasi dalam kasus bencana salah satunya menggunakan data odontogram sebagai data primer. Penggunaan data odontogram tersebut akan membandingkan antara data *ante-mortem* dan data *post-mortem*. Pembandingan data ini akan dilakukan pada tahap rekonsiliasi dengan cara membandingkan setiap kondisi yang mungkin memberikan kesimpulan kedua data tersebut dari individu yang sama atau tidak. Setiap elemen permukaan gigi akan dilihat kemiripan kondisinya (Interpol, 2014).

Berdasarkan buku panduan rekam medik kedokteran gigi yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan RI tahun 2014, disebutkan bahwa ada 32 gigi permanen dan 20 gigi sulung dengan tiap gigi memiliki 5 buah permukaan *mesial*, *occlusal*, *distal*, *vestibular* dan *lingual* (M,O,D,V,L). Setiap permukaan akan diikuti oleh satu atau lebih kondisi yang dalam panduan tersebut terdapat 33 kondisi (Tabel 2.1). Kombinasi tiap permukaan dan kondisi ini yang akan dilakukan analisis untuk mendapatkan sebuah kesimpulan apakah data *ante-mortem* dan data *post-mortem* berasal dari individu yang sama atau berbeda.

2.2.5 Sistem Berbasis Web

Sebuah sistem adalah sekumpulan sub-sistem yang memiliki komponen-komponen yang saling terkait dan terintegrasi. Komponen-komponen tersebut memiliki tujuan tertentu dengan batasan-batasan yang jelas dan untuk mencapai tujuan tersebut dibutuhkan *input*, proses dan *output* (Mulyani, 2017). Sistem berbasis komputer merupakan sebuah kumpulan komponen yang meliputi perangkat keras, perangkat lunak, pengguna, prosedur atau kumpulan prosedur serta informasi (Fatta & Amikom, 2007). Sebuah sistem berbasis komputer pada umumnya dikembangkan dengan menggunakan satu atau gabungan dari tiga media: *desktop*, aplikasi *mobile* dan berbasis *web*. Dari ketiga bentuk media tersebut, sistem berbasis *web* merupakan yang paling mudah dan fleksibel karena pengguna tidak perlu melakukan penginstalan *driver*, *update* versi saat terdapat perubahan fitur, tidak perlu khawatir dengan perangkat keras dan kompatibilitasnya dan dapat diakses dari berbagai perangkat selama memiliki peramban atau *browser* baik pada perangkat *desktop* maupun perangkat bergerak seperti komputer tablet atau *smartphone* (Wibowo, 2017).

Salah satu bentuk aplikasi berbasis *web* yang banyak dikembangkan dan digunakan belakangan ini adalah dengan memanfaatkan *framework MVC (Model, View, Controller)*. Penggunaan *framework MVC* ini bertujuan untuk mempermudah dalam proses pengembangan, pemeliharaan dan penerapan aplikasi *web* itu sendiri. Dari beberapa *framework MVC* yang telah tersedia dan banyak digunakan, salah satunya adalah *Ruby on Rails*. *Ruby on Rail* merupakan sebuah *framework MVC* yang dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Ruby* dan bersifat *open source*. *Ruby on rails* dikembangkan dengan mengikuti dua prinsip dasar, yaitu pertama menghindari terjadinya pengulangan dan duplikasi kode yang ditulis dan kedua adalah penggunaan *Ruby on Rails* mengikuti konvensi terhadap konfigurasi. Seorang pengembang aplikasi hanya perlu menuliskan konfigurasi yang bertentangan dengan konvensi standar yang ada pada *Ruby on Rails* (Persson, 2016).

Sebuah sistem aplikasi berbasis *web*, umumnya juga memerlukan sebuah penyimpanan data. Penggunaan sebuah *Object Relational Database Management System (ORDBMS)* seperti *PostgreSQL* dapat berguna untuk menyimpan semua data yang dibutuhkan oleh aplikasi. *PostgreSQL* merupakan salah satu perangkat lunak basis data yang bersifat kode terbuka, namun demikian *PostgreSQL* memiliki kemampuan pengelolaan dan manajemen data yang tidak kalah dengan perangkat lunak berbayar. *PostgreSQL* juga mendukung berbagai macam bahasa program seperti *PHP*, *Phyton*, *Ruby*, *Java*, *Perl* dan

berbagai bahasa program lainnya (Rosid, 2017). Selain *PostgreSQL* dapat menjalankan fungsi-fungsi SQL, beberapa penelitian juga menyatakan bahwa *PostgreSQL* lebih cepat, efisien dan konsisten dalam pemrosesan data besar, bahkan bisa beberapa kali lebih cepat jika dibandingkan dengan basis data lainnya (Khushi, 2015; Lindberg, 2018; Olsson & Mårtensson, 2016).

Sebuah tabel basis data, biasanya akan terdiri atas beberapa kolom yang nantinya akan digunakan untuk menyimpan data sesuai kebutuhan. Pada kondisi tertentu, jumlah kolom ini sangat banyak sehingga membuat tabel data menjadi sangat besar dan tidak efisien. Beberapa pengembang memanfaatkan penggunaan *JavaScript Object Notation* atau biasa disingkat JSON untuk memperkecil jumlah kolom dalam basis data sehingga pengembang aplikasi hanya cukup membuat satu kolom dalam tabel basis data yang nantinya akan berisi data *string* JSON. JSON sendiri merupakan sebuah format yang ringan dari bahasa pemrograman *JavaScript* yang sangat mudah ditulis dan dibaca oleh manusia maupun komputer sehingga format JSON ini dengan cepat menjadi sebuah format yang sangat populer dalam pertukaran data di *web* dan *Application Programming Interface* atau API (Bourhis et al., 2017; Rosid, 2017; Yusof & Man, 2016). Dari segi performa, format JSON merupakan format yang memiliki performa baik dan relatif sangat efisien dibandingkan format lain seperti XML dan *relational database*, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa format JSON juga memiliki skalabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan format lain (Yusof et al., 2016). Keuntungan lain yang dapat diperoleh dengan penggunaan format JSON dalam *relational database system* adalah dapat menyimpan baik data terstruktur maupun data tidak terstruktur sehingga memungkinkan penggunaan dan pertukaran data pada beberapa aplikasi berbeda yang membutuhkan data yang sama (Petković, 2017).

2.2.6 Black Box Testing

Pengujian sistem memiliki peran yang penting dalam proses pengembangan sebuah aplikasi, hal ini dilakukan untuk mengetahui bahwa aplikasi tersebut sudah terbebas dari kesalahan atau *bugs*, memastikan semua kode ditulis sesuai desain yang ditentukan dan semua fungsi yang diharapkan sudah berjalan sesuai harapan guna memberikan jaminan kualitas dari aplikasi yang dikembangkan tersebut (Ehmer & Khan, 2012; Khan, 2010; Shi, 2010). Pengujian sistem ini biasanya dilakukan dengan menggunakan teknik tertentu dan terdapat tiga teknik yang banyak digunakan yaitu *Black Box*, *White Box* dan *Grey Box* (Ehmer et al., 2012).

Black Box Testing merupakan sebuah teknik pengujian sistem yang dilakukan untuk menguji aplikasi tanpa melihat kinerja dari internal aplikasi. Pengujian dengan metode *Black Box Testing* memastikan fungsi-fungsi mendasar dari aplikasi tersebut dapat berjalan dengan baik, seperti memastikan *input* dapat diterima dengan baik oleh sistem dan sistem bisa memberikan *output* dengan benar tanpa pengetahuan terhadap kinerja internal dari aplikasi tersebut (Ehmer et al., 2012; Khan, 2010). Pengujian menggunakan *Black Box Testing* dilakukan dengan menjalankan aplikasi dengan terlebih dahulu mendefinisikan kebutuhan pengguna dan melihat apakah aplikasi dapat memenuhinya atau tidak, tanpa harus mengetahui struktur dan kode dalam aplikasi tersebut (Salamah & Khasanah, 2017). Beberapa pengujian yang dapat dilakukan dengan menggunakan *Black Box Testing* adalah pengujian fungsional, pengujian antarmuka pengguna, kesalahan pada performa, kesalahan inisialisasi dan terminasi dan kesalahan pada struktur data dan baris data (Bhat & Quadri, 2015; Mustaqbal et al., 2015).

Pengujian fungsional dalam *Black Box Testing* juga dikenal dengan pengujian spesifikasi, pengujian perilaku, pengujian berbasis data maupun pengujian *input – output*. Penggunaan nama lain dari uji fungsional tersebut, dapat menunjukkan bahwa pengujian ini hanya melihat pola perilaku dari aplikasi yang dikembangkan serta menguji kebenaran dari *output* yang dikeluarkan terhadap data yang diberikan. Pengujian ini dilakukan berdasarkan pada persyaratan fungsional yang telah ditentukan sebelumnya. Pada pengujian fungsional terdapat dua kategori pengujian yaitu pengujian positif dan pengujian negatif. Pengujian positif dilakukan dengan memberikan nilai yang benar pada saat *input* dan sistem dapat memberikan nilai *output* yang benar dan sesuai dengan ekspektasi, sedangkan pengujian negatif adalah saat diberikan nilai *input* yang tidak sesuai, sistem akan memberikan *output* berupa nilai yang salah atau sistem tidak melakukan proses karena instruksi atau data yang diberikan tidak valid (Agarwal et al., 2010; Bhat et al., 2015).