

SKRIPSI

PEMANFAATAN SMARTPHONE SEBAGAI PENGENDALI PERMAINAN BERBASIS WEB



Priambodo Pangestu

NPM: 2013730055

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

«tahun»

UNDERGRADUATE THESIS

«JUDUL BAHASA INGGRIS»



Priambodo Pangestu

NPM: 2013730055

DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY

«tahun»

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN SMARTPHONE SEBAGAI PENGENDALI PERMAINAN BERBASIS WEB

Priambodo Pangestu

NPM: 2013730055

Bandung, «tanggal» «bulan» «tahun»

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Pascal Alfadian, M.Comp.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

«penguji 1»

«penguji 2»

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PEMANFAATAN SMARTPHONE SEBAGAI PENGENDALI PERMAINAN BERBASIS WEB

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal «tanggal» «bulan» «tahun»

| |
|---------------------|
| Meterai Rp. 6000 |
|---------------------|

Priambodo Pangestu
NPM: 2013730055

ABSTRAK

«Tuliskan abstrak anda di sini, dalam bahasa Indonesia»

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Kata-kata kunci: «Tuliskan di sini kata-kata kunci yang anda gunakan, dalam bahasa Indonesia»

ABSTRACT

«Tuliskan abstrak anda di sini, dalam bahasa Inggris»

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Keywords: «Tuliskan di sini kata-kata kunci yang anda gunakan, dalam bahasa Inggris»

«kepada siapa anda mempersembahkan skripsi ini...?»

KATA PENGANTAR

«Tuliskan kata pengantar dari anda di sini ...»

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Bandung, «bulan» «tahun»

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| KATA PENGANTAR | xv |
| DAFTAR ISI | xvii |
| DAFTAR GAMBAR | xix |
| DAFTAR TABEL | xxi |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Metodologi | 2 |
| 1.6 Sistematika Pembahasan | 3 |
| 2 LANDASAN TEORI | 5 |
| 2.1 WebSockets | 5 |
| 2.1.1 WebSocket | 5 |
| 2.1.2 CloseEvent | 7 |
| 2.1.3 MessageEvent | 8 |
| 2.2 Socket.io | 8 |
| 2.2.1 Server API | 8 |
| 2.2.2 Client API | 10 |
| 2.3 Node.js | 11 |
| 2.3.1 Console | 11 |
| 2.3.2 File System | 12 |
| 2.3.3 HTTP | 12 |
| 2.3.4 Events | 13 |
| 2.4 Express.js | 14 |
| 2.4.1 Application | 14 |
| 2.4.2 Request | 15 |
| 2.4.3 Response | 16 |
| 2.4.4 Router | 17 |
| 2.5 Canvas API | 17 |
| 2.5.1 HTMLCanvasElement | 17 |
| 2.5.2 CanvasRenderingContext2D | 18 |
| DAFTAR REFERENSI | 21 |
| A KODE PROGRAM | 23 |
| B HASIL EKSPERIMEN | 25 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|-----------------------|----|
| B.1 Hasil 1 | 25 |
| B.2 Hasil 2 | 25 |
| B.3 Hasil 3 | 25 |
| B.4 Hasil 4 | 25 |

DAFTAR TABEL

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

WebSockets adalah teknologi yang memungkinkan *web browser* pengguna dan *web server* membuka sesi komunikasi interaktif satu sama lain. Teknologi *WebSockets* didesain untuk diimplementasikan pada *web browser* dan *web server*, tetapi dapat juga digunakan oleh setiap aplikasi *client* maupun *server*. *WebSockets* memiliki standar yang menyediakan cara agar *web server* dapat mengirim konten ke *web browser* tanpa diminta oleh *client*, dan memungkinkan agar pesan dikirimkan berulang-ulang dengan tetap menjaga koneksi yang terbuka. Oleh karena itu, protokol *WebSockets* memungkinkan interaksi antara *web browser* dan *web server* dengan *overhead* yang rendah, dan juga memfasilitasi transfer data *realtime* dari *server* maupun menuju *server*.

Salah satu teknologi yang memanfaatkan protokol *WebSockets* adalah *Socket.io*. Teknologi ini memungkinkan untuk melakukan komunikasi secara *realtime*, dan dua arah antara *client* dan *server*. *Socket.io* memiliki dua bagian: *client-side library* yang berjalan didalam *web browser*, dan *server-side library* yang berjalan pada *Node.js*. *Socket.io* memiliki fitur-fitur yang beragam, seperti melakukan broadcast ke beberapa *sockets*, dan menyimpan data yang berhubungan dengan masing-masing *client*. Teknologi ini sangat berguna untuk membantu membangun sebuah aplikasi yang membutuhkan koneksi *realtime* seperti dalam aplikasi *chatting* maupun *game*.

Untuk memanfaatkan protokol *WebSockets* dalam membangun aplikasi permainan, akan dibutuhkan beberapa teknologi yang dapat membantu pembangunan aplikasinya. Salah satu teknologi tersebut yaitu *Canvas API*. Teknologi ini merupakan bagian dari *HTML5 element* yang dapat digunakan untuk menggambar suatu grafis melalui *JavaScript* secara *on the fly*. *Canvas API* dapat juga digunakan untuk membuat komposisi foto, membuat animasi, dan membuat *real-time video processing* atau *rendering*. Oleh karena itu, fungsi-fungsi yang ada pada *Canvas API* akan membantu pembangunan aplikasi permainan terutama pada bagian pengembangan grafis pada aplikasinya.

Teknologi lain yang dapat membantu membangun aplikasi permainan dalam memanfaatkan protokol *WebSockets* yaitu *Node.js*. Teknologi ini merupakan sebuah *platform* yang didesain untuk mengembangkan aplikasi berbasis web pada bagian *web server*. *Node.js* ditulis dalam sintaks bahasa pemrograman *JavaScript* dan menggunakan *V8* yang merupakan *engine JavaScript* milik perusahaan *Google* untuk mengeksekusi *JavaScript* pada *web server*. *Node.js* memiliki sifat *non-blocking*, yang berarti *Node.js* tidak akan menunggu untuk mengerjakan *request* selanjutnya. *Node.js* pun sangat cepat dalam mengeksekusi suatu kode karena menggunakan *engine JavaScript V8*. Fitur-fitur yang dimiliki oleh *Node.js* akan sangat membantu untuk membangun aplikasi permainan yang membutuhkan koneksi *real-time*.

Pada skripsi ini, akan dibuat sebuah aplikasi permainan yang memanfaatkan protokol *WebSockets*, dimana dalam penggunaan protokol tersebut akan dibantu dengan teknologi *Socket.io*. Selain itu, aplikasi yang dibuat akan memanfaatkan *personal computer (PC)* dan *smartphone* untuk pengembangan aplikasinya. Para pemain akan mengkoneksikan *smartphone* miliknya pada suatu *PC*, dimana *smartphone* tersebut akan berfungsi sebagai *controller* untuk memainkan permainannya. Oleh karena itu, protokol *WebSockets* akan digunakan sebagai koneksi antara *smartphone* dan *PC*.

dalam aplikasi permainan yang akan dibangun. Aplikasi permainan akan menggunakan teknologi berbasis web, sehingga untuk memainkannya, *client* bisa mengakses melalui *web browser* tanpa harus berada di satu jaringan lokal yang sama.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membangun aplikasi permainan berbasis web dengan memanfaatkan protokol *WebSockets* untuk penggunaan *smartphone* sebagai pengendali permainan berbasis web ?
2. Berapa *latency* yang dihasilkan berdasarkan penggunaan protokol *WebSockets* ?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui cara membangun aplikasi permainan berbasis web dengan memanfaatkan protokol *WebSockets* untuk penggunaan *smartphone* sebagai pengendali permainan berbasis web.
2. Mengetahui jumlah *latency* yang dihasilkan berdasarkan pemanfaatan protokol *WebSockets*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibuat terkait dengan pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi permainan yang dibuat merupakan permainan *multiplayer* yang hanya bisa dimainkan oleh dua orang saja.

1.5 Metodologi

Metodologi yang dilakukan dalam pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur mengenai :
 - *WebSockets* yang akan digunakan untuk koneksi antara *smartphone* dan *PC*.
 - *Socket.io* sebagai teknologi yang akan menggunakan *WebSockets* dalam pembangunan aplikasi.
 - *Canvas API* yang akan digunakan untuk antarmuka permainan.
 - *Node.js* sebagai *web server* dalam pembangunan aplikasi.
 - *Express.js* sebagai *Node.js framework* yang akan digunakan untuk mengatur penyimpanan data dalam *Node.js*
2. Menganalisis aplikasi sejenis.
3. Merancang antarmuka permainan pada *PC* dan *smartphone*. Antarmuka pada *PC* akan berbeda dengan yang ada di *smartphone*, karena *smartphone* akan bekerja sebagai *controller* dan *PC* akan bekerja sebagai *console*.
4. Menyusun cara bermain aplikasi permainan yang dibangun.
5. Mengimplementasi program aplikasi permainan berbasis web.
6. Menganalisis *latency* yang dihasilkan pada aplikasi.
7. Melakukan eksperimen dan pengujian yang melibatkan responden.

1.6 Sistematika Pembahasan

Setiap bab dalam skripsi ini memiliki sistematika penulisan yang dijelaskan kedalam poin-poin sebagai berikut:

1. Bab 1 : Pendahuluan
Membahas mengenai gambaran umum penelitian ini. Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 : Dasar Teori
Membahas mengenai teori-teori yang mendukung berjalannya penelitian ini. Berisi tentang *WebSockets*, *Socket.io*, *Node.js*, *Express.js*, dan *Canvas API*.
3. Bab 3 : Analisis
Membahas mengenai analisa masalah.
4. Bab 4 : Perancangan
Membahas mengenai perancangan yang dilakukan sebelum melakukan tahapan implementasi.
5. Bab 5 : Implementasi dan Pengujian
Membahas mengenai implementasi dan pengujian yang telah dilakukan.
6. Bab 6 : Kesimpulan dan Saran
Membahas hasil kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini dan saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan landasan teori mengenai *WebSockets*, *Socket.io*, *Node.js*, *Express.js*, dan *Canvas API*.

2.1 WebSockets

WebSockets merupakan *Application Programming Interface (API)* yang memiliki kemampuan untuk membuka sesi komunikasi interaktif antara *browser* pengguna dan *server* [1]. Dengan *API* ini, pengguna dapat mengirim pesan ke *server* dan menerima respon tanpa harus melakukan *polling* pada *server* terlebih dahulu.

Subbab-subbab berikut menjelaskan kelas-kelas yang ada pada *WebSockets*.

2.1.1 WebSocket

Kelas ini merupakan inti untuk mengakses fungsi yang ada pada *WebSockets*. Sebuah objek *WebSocket* dapat membuat dan mengelola koneksi *WebSocket* ke server, serta dapat mengirim dan menerima data pada koneksi tersebut.

Berikut merupakan konstruktor dari kelas *WebSocket*:

```
WebSocket WebSocket(in DOMString url, in optional DOMString protocols);
```

- **url**, parameter wajib yang menunjukkan *URL* mana yang akan direspon oleh *WebSocket server*.
- **protocols**, parameter pilihan (tidak harus ada pada parameter) yang dapat berupa satu *string* atau *array of strings*. Parameter *protocols* merepresentasikan nama dari subprotokol yang akan digunakan oleh objek *WebSocket*. Apabila subprotokol tersedia pada parameter, maka *server* akan memeriksa apakah subprotokol tersebut dapat diterima atau tidak. *Server* akan memberikan respon apabila subprotokol dapat diterima, dan akan menghasilkan suatu *error* apabila tidak dapat diterima. Contoh subprotokol yang dapat digunakan yaitu:
 - **chat**
 - **superchat**

Konstruktor dari kelas *WebSocket* dapat menampilkan suatu *exception* seperti berikut:

```
SECURITY_ERR
```

Exception tersebut menandakan bahwa *port* yang akan digunakan untuk melakukan koneksi diblokir.

Atribut yang dimiliki oleh kelas *WebSocket* yaitu:

- **binaryType**
tipe: **DOMString**
Sebuah *string* yang menandakan tipe dari data biner yang dikirimkan oleh koneksi tertentu. Nilai dari atribut ini dapat berupa *"ArrayBuffer"* apabila objek dari *ArrayBuffer* digunakan.

- **bufferedAmount**
tipe: **unsigned long**
Jumlah *bytes* dari data yang belum dikirimkan oleh *method send()*. Nilai dari atribut ini akan kembali menjadi nol apabila seluruh data sudah dikirimkan. Apabila koneksi terputus, nilai atribut ini tidak akan kembali menjadi nol dan akan tetap bertambah apabila terus dilakukan pemanggilan pada *method send()*.
- **onclose**
tipe: **EventListener**
Event listener yang dipanggil saat atribut *readyState* dalam koneksi *WebSocket* berubah menjadi *CLOSED*. *Listener* akan menerima objek dari *CloseEvent* dengan nilai *"close"*.
- **onerror**
tipe: **EventListener**
Event listener yang dipanggil saat terjadi *error*. *Event* tersebut akan bernilai *"error"*.
- **onmessage**
tipe: **EventListener**
Event listener yang dipanggil saat atribut *readyState* dalam koneksi *WebSocket* berubah menjadi *OPEN*. Hal tersebut menandakan bahwa koneksi sudah siap untuk mengirim dan menerima data. *Event* tersebut akan bernilai *"open"*.
- **protocol**
tipe: **DOMString**
String yang menandakan sebuah nama dari sub-protokol yang dipilih oleh *server*. Atribut ini akan menjadi salah satu masukan parameter yang dibutuhkan untuk konstruksi kelas *WebSocket*.
- **readyState**
tipe: **unsigned short**
Menunjukkan kondisi koneksi saat ini. Atribut ini memiliki beberapa konstanta yang menunjukkan kondisi dari koneksi *WebSocket*. Konstanta tersebut sebagai berikut:
 - **CONNECTING**
nilai: 0
Koneksi belum terbuka.
 - **OPEN**
nilai: 1
Koneksi sudah terbuka dan siap untuk melakukan komunikasi.
 - **CLOSING**
nilai: 2
Koneksi sedang dalam proses menutup.
 - **CLOSED**
nilai: 3
Koneksi sudah tertutup atau tidak dapat dibuka.
- **url**
tipe: **DOMString**
URL yang akan dituju oleh objek *WebSocket*. Atribut ini akan menjadi salah satu masukan parameter untuk konstruksi kelas *WebSocket*.

Kelas *WebSocket* memiliki dua buah *method*, yaitu:

- **void close(in optional unsigned long code, in optional DOMString reason)**

Berfungsi untuk menutup suatu koneksi atau menghentikan proses koneksi.

Parameter:

- **code** nilai numerik yang menunjukkan kode status, yang menjelaskan mengapa suatu koneksi ditutup. Apabila parameter ini tidak tersedia, maka akan diasumsikan dengan nilai *default* yaitu 1000 yang berarti transaksi selesai.
- **reason string** yang menjelaskan mengapa suatu koneksi ditutup.

Method ini dapat melemparkan eksepsi seperti berikut:

- **INVALID_ACCESS_ERR** parameter *code* yang tidak valid.
- **SYNTAX_ERR** parameter *reason* yang melebihi batas yang telah ditentukan.

- **void send(in DOMString data)**

Berfungsi untuk mengirimkan data ke *server* melalui koneksi *WebSocket*, dan menambah nilai dari *bufferedAmount* sebanyak jumlah *bytes* yang dibutuhkan untuk menampung data.

Parameter

Tipe data yang dikirimkan pada parameter dapat berbeda-beda, Beberapa tipe tersebut yaitu sebagai berikut:

- **USVString** sebuah teks *string* yang ditambahkan ke *buffer* dalam format *UTF-8*. Nilai dari *bufferedAmount* akan bertambah sesuai dengan jumlah *bytes* yang dibutuhkan untuk menyimpan *UTF-8 string*.
- **ArrayBuffer** data biner yang disimpan pada *fixed-length buffer*, dimana objek dari *ArrayBuffer* dimanipulasi oleh objek *TypedArray*.

Method ini dapat melemparkan eksepsi seperti berikut:

- **INVALID_STATE_ERR** koneksi saat ini tidak terbuka.
- **SYNTAX_ERR** parameter *data* tidak valid.

2.1.2 CloseEvent

CloseEvent akan dikirim ke *client* menggunakan protokol *WebSockets* ketika koneksi sudah tertutup. *Constructor* dari kelas ini yaitu :

CloseEvent()

Properti yang dimiliki oleh kelas ini yaitu :

- **CloseEvent.code**

Mengembalikan sebuah kode untuk menutup koneksi yang dikirimkan oleh *server*.

- **CloseEvent.reason**

Mengembalikan alasan dari koneksi yang telah ditutup oleh *server*

- **CloseEvent.wasClean**

Mengembalikan *boolean* yang mengindikasikan apakah sebuah koneksi sudah tertutup sepenuhnya atau belum.

2.1.3 MessageEvent

Kelas ini merepresentasikan pesan yang diterima oleh suatu objek tertentu. *Constructor* dari kelas ini yaitu:

```
MessageEvent()
```

Beberapa properti yang dimiliki oleh kelas ini yaitu:

- **MessageEvent.data**
Merupakan data yang telah dikirimkan oleh pengirim.
- **MessageEvent.lastEventId**
Merepresentasikan *ID* yang unik untuk sebuah *Event*.

Contoh penggunaan dari beberapa properti tersebut sebagai berikut:

```
//MessageEvent.data
myWorker.onmessage = function(e) {
  result.textContent = e.data;
  console.log('Message received from worker');
};

//MessageEvent.lastEventId
myWorker.onmessage = function(e) {
  result.textContent = e.data;
  console.log('Message received from worker');
  console.log(e.lastEventId);
};
```

2.2 Socket.io

Socket.io merupakan salah satu teknologi yang memanfaatkan protokol *WebSockets* [2]. Teknologi ini memungkinkan sebuah aplikasi untuk melakukan komunikasi dua arah secara *real-time*. *Socket.io* dapat dijalankan di setiap *platform*, *browser*, dan gawai.

Socket.io dibagi menjadi dua *API*, yaitu *Server API* dan *Client API*. Subbab-subbab berikut menjelaskan kelas-kelas yang dimiliki *Socket.io*.

2.2.1 Server API

Kelas-kelas yang ada pada *Server API* digunakan untuk menangani proses yang terjadi dalam *server*[3]. Berikut kelas-kelas yang ada pada *Server API*.

Server

Kelas ini memiliki *constructor* sebagai berikut:

```
Server(httpServer[, options])
```

- **httpServer**, merupakan *server* yang akan dituju.
- **options**, merupakan parameter pilihan yang dapat berisi objek-objek seperti:
 - **path**, sebuah *string* yang merepresentasikan nama dari *path* yang akan dituju.
 - **serveClient**, sebuah *boolean* yang menunjukkan apakah menangani *files* dari *client*.

Beberapa *method* yang dimiliki oleh kelas ini yaitu:

- **path([value])**
Method ini memiliki parameter *value* yang berupa *string*, dan akan mengembalikan *path* dari server yang akan dituju.
- **close([callback])**
Method ini berfungsi untuk menutup koneksi pada *socket.io server*.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```
const io = require('socket.io')();
io.path('/myownpath');

// client-side
const socket = io({
  path: '/myownpath'
});

// close
io.close(); // Close current server
```

Namespace

Kelas ini merepresentasikan kumpulan dari *sockets* yang terhubung dalam lingkup tertentu, yang diidentifikasi oleh sebuah *pathname*. *Client* selalu terhubung ke / (*namespace* utama), kemudian dapat terhubung ke *namespace* lainnya ketika menggunakan koneksi yang sama.

Beberapa properti yang dimiliki oleh kelas ini yaitu:

- **namespace.name**
Sebuah *string* yang merupakan *identifier* pada *namespace*.
- **namespace.connected**
Sebuah *hash* dari objek *Socket* yang terhubung pada *namespace* saat ini.
- **namespace.adapter**
Sebuah adaptor yang digunakan untuk *namespace* tertentu.

Beberapa *method* yang dimiliki oleh kelas ini yaitu:

- **namespace.emit(eventName[, ...args])**
Akan menyebarkan suatu *event* ke semua *clients* yang sedang melakukan koneksi.
- **namespace.client(callback)**
Akan mendapatkan daftar para *clients* yang sedang terkoneksi dengan *namespace* ini.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```
//namespace.emit
const io = require('socket.io')();
io.emit('an event sent to all connected clients');

//namespace.client
const io = require('socket.io')();
io.of('/chat').clients((error, clients) => {
  if (error) throw error;
  console.log(clients); // => [PZDoMHju8PYfRiKAAAF, Anw2LatarvGVVXEIAAAD]
});
```

Socket

Kelas ini merupakan kelas yang sangat mendasar untuk melakukan interaksi dengan *browser* milik *client*. Sebuah *Socket* dimiliki oleh *Namespace* tertentu (secara *default* menggunakan */*).

Beberapa properti yang dimiliki oleh kelas ini yaitu :

- **socket.id**
Merupakan tanda pengenal yang unik untuk sesi tertentu.
- **socket.client**
Merupakan *reference* ke objek *Client* tertentu.
- **socket.request**
Merupakan *getter proxy* yang mengembalikan referensi ke *request* yang berasal dari *Client* tertentu.

Beberapa *method* yang dimiliki oleh kelas ini yaitu :

- **socket.send([...args[, ack]])**
Berfungsi untuk mengirimkan pesan tertentu.
- **socket.emit(eventName[, ...args][, ack])**
Berfungsi untuk mengeluarkan suatu *event* kepada *socket* yang diidentifikasi oleh nama *event* tersebut.
- **socket.disconnect(close)**
Berfungsi untuk mengakhiri koneksi milik *client* saat ini.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```
//emit
socket.emit('hello', 'world');

//disconnect
io.on('connection', (socket) => {
  setTimeout(() => socket.disconnect(true), 5000);
});
```

Client

Kelas ini merepresentasikan koneksi *transport* yang masuk^[4]. *Client* dapat terhubung dengan beberapa *Sockets* yang termasuk dalam *Namespace* yang berbeda.

Atribut-atribut yang dimiliki oleh kelas ini yaitu:

- **client.conn**
Merupakan referensi kepada koneksi *Socket*.
- **client.request**
Berfungsi untuk mengakses *header* dari *request* seperti *Cookie* atau *User-Agent*.

2.2.2 Client API

Kelas-kelas yang ada pada *Client API* digunakan untuk menangani proses-proses yang terjadi pada bagian *client*.

Kelas-kelas yang ada pada *Client API* yaitu:

Manager

Kelas ini memiliki *constructor* sebagai berikut:

```
Manager( url [ , options ]
```

- **url** , merupakan sebuah *string* yang merepresentasikan suatu *url* yang akan dituju.
- **options**, merupakan suatu objek yang dapat berupa :
 - **path**, merupakan sebuah *string* yang merepresentasikan suatu *path* yang akan dituju dalam bagian *server*.
 - **reconnection**, merupakan sebuah *boolean* yang menunjukkan apakah dapat melakukan koneksi ulang secara otomatis atau tidak.
 - **timeout**, merupakan angka yang menunjukkan koneksi sudah mencapai *timeout* sebelum terjadi error pada koneksi.

Socket

Kelas ini memiliki atribut **id**, yang merupakan tanda pengenal unik untuk sesi saat ini.

Beberapa *method* yang dimiliki oleh kelas *Socket* yaitu:

- **socket.open()**
Berfungsi untuk membuka suatu koneksi *socket* tertentu.
- **socket.emit(eventName[, ...args][, ack])**
Berfungsi untuk mengeluarkan suatu *event* kepada *socket* yang diidentifikasi oleh nama *event* tersebut.
- **socket.close()**
Berfungsi untuk menutup koneksi suatu *socket* secara manual.

2.3 Node.js

Node.js adalah *JavaScript runtime* yang dibangun berdasarkan *V8* yang merupakan *JavaScript engine* milik perusahaan *Google* [5]. *Node.js* memiliki model *event-driven*, dan *non-blocking I/O* yang membuat teknologi tersebut efisien dalam implementasinya. Teknologi ini menyediakan beberapa modul atau kelas yang berfungsi untuk mengimplementasi fitur-fitur yang dimiliki.

Beberapa kelas yang terdapat pada *Node.js* yaitu sebagai berikut:

2.3.1 Console

Console merupakan perangkat *debugging* yang memiliki persamaan dengan mekanisme *JavaScript* yang disediakan oleh *web browsers*. Kelas ini dapat digunakan untuk membuat *logger* sederhana dengan *output streams* yang dapat dikonfigurasi. Agar dapat menggunakan kelas ini, dapat dilakukan langkah berikut:

```
const Console = require('console').Console;
```

Salah satu *method* yang dimiliki oleh kelas ini yaitu:

- **console.log()**
Akan mengeluarkan beberapa argumen pada *stdout* (*standard output*).

Berikut merupakan contoh implementasi dari *method* tersebut:

```
const count = 5;
console.log('count: %d', count);
// Prints: count: 5, to stdout
```

2.3.2 File System

Modul ini berfungsi untuk menangani proses pengaturan *file* pada *server*. Untuk dapat menggunakan modul ini diperlukan **require('fs')** agar dapat mengakses fitur-fitur yang ada.

Salah satu kelas yang terdapat pada *File System* yaitu:

fs.WriteStream

Kelas ini memiliki beberapa *method* sebagai berikut:

- **fs.appendFile(file, data[, options],callback)**
Berfungsi untuk menambahkan suatu data kedalam *file*, dan membuat *file* baru apabila *file* yang dituju belum tersedia.
- **fs.readFile(file[, options], callback)**
Berfungsi untuk membaca seluruh konten dari suatu *file*.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```
//appendFile
fs.appendFile('message.txt', 'data to append', (err) => {
  if (err) throw err;
  console.log('The "data to append" was appended to file!');
});

//readFile
fs.readFile('/etc/passwd', (err, data) => {
  if (err) throw err;
  console.log(data);
});
```

2.3.3 HTTP

HTTP dalam *Node.js* berfungsi untuk mendukung berbagai fitur dari protokol tersebut yang sulit untuk digunakan.

Salah satu kelas yang terdapat pada *HTTP* yaitu:

http.Server

Kelas ini memiliki beberapa *method* sebagai berikut:

- **server.close([callback])**
Berfungsi untuk menghentikan *server* dalam menerima koneksi-koneksi baru.
- **server.listen([port][, hostname][, backlog][, callback])**
Berfungsi agar *server* dapat menerima koneksi baru *port* dan *hostname* tertentu.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```
//close
server.close();

//listen
server.listen(port, hostname, () => {
    console.log('connected');
});
```

2.3.4 Events

Node.js dibangun berdasarkan arsitektur *event-driven* dengan sifat *asynchronous*, dimana jenis-jenis objek tertentu akan memancarkan suatu *events* secara berkala dan akan memanggil objek *Function* ("*listeners*").

Semua objek yang memancarkan *events* merupakan turunan dari kelas *EventEmitter*. Objek tersebut akan memanggil *method* *eventEmitter.on()* yang memungkinkan satu atau beberapa fungsi dapat ditangani dalam suatu *event* yang dipancarkan oleh objek saat ini.

Kelas *EventEmitter* dapat didefinisikan dengan memanggil modul *events* seperti berikut :

```
const EventEmitter = require('events');
```

Sebuah *EventEmitter* akan memancarkan '*event*' '*newListener*' pada saat *listeners* baru akan ditambahkan, dan '*removeListener*' akan dipancarkan saat *listeners* saat ini akan dihapus.

Berikut merupakan beberapa *method* yang dimiliki oleh kelas *EventEmitter*:

- **eventEmitter.on(eventName, listener)**

Method ini berfungsi untuk mencatat suatu listener yang akan digunakan. *Method* ini menerima dua parameter, yaitu:

- *eventName*, nama dari suatu *event* yang akan dipancarkan.
- *listener*, suatu fungsi *callback* yang akan menangani *event* dari *eventName*.

Fungsi *listener* akan ditambahkan ke *index* terakhir dari *array of listeners* pada *eventName*. Tidak akan ada pengecekan apakah fungsi *listener* sudah dimasukan sebelumnya. Oleh karena itu, pemanggilan *eventName* dan *listener* secara berulang akan menyebabkan fungsi *listener* dimasukan kedalam *array* dan dipanggil secara berulang.

Contoh penggunaan dari *method* tersebut adalah sebagai berikut:

```
server.on('connection', (stream) => {
    console.log('someone connected!');
});
```

Method ini juga akan mengembalikan *reference* kepada *EventEmitter*, sehingga pemanggilan dapat saling menyambung dengan pemanggilan lainnya.

- **eventEmitter.emit(eventName)**

Method ini berfungsi untuk memicu suatu *event* yang akan dipancarkan. *Method* ini menerima dua parameter, yaitu:

- *eventName*, nama dari sebuah *event* yang akan dipicu.
- *...args*, argumen tambahan yang akan diberikan pada *eventName*.

Method ini akan memanggil masing-masing *listener* yang sudah dicatat oleh *eventEmitter.on()* dalam *array of listeners* secara sinkronis, dimana beberapa *listener* tersebut mengacu pada *eventName* yang sama. Argumen yang diterima dari parameter akan diberikan pada masing-masing *listener*.

Berikut merupakan contoh penggunaan dari *eventEmitter.on()* dan *eventEmitter.emit()*:

```

const EventEmitter = require('events');

class MyEmitter extends EventEmitter {}

const myEmitter = new MyEmitter();
myEmitter.on('event', () => {
  console.log('an event occurred!');
});
myEmitter.emit('event');

```

2.4 Express.js

Express.js merupakan *framework* aplikasi web untuk *Node.js* [6]. *Express.js* menyediakan fitur-fitur untuk web dan aplikasi *mobile* agar dapat bertahan lama. Untuk dapat menggunakan *Express.js*, dapat dilakukan langkah sebagai berikut:

```

var express = require('express');
var app = express();

```

Dengan begitu, fitur-fitur yang terdapat pada *Express.js* dapat digunakan untuk pengembangan aplikasi tertentu.

subbab-subbab berikut akan menjelaskan kelas-kelas yang terdapat pada *Express.js*.

2.4.1 Application

Sebuah objek dari kelas *Application* akan dapat menangani masalah aplikasi dalam pengembangannya.

Beberapa *method* yang terdapat pada kelas ini yaitu :

- **app.get()**
Berfungsi untuk mengembalikan nama dari sebuah aplikasi tertentu.
- **app.listen(path, [callback])**
Berfungsi untuk melakukan koneksi ke suatu *path* yang diberikan.
- **app.path()**
Berfungsi untuk mengembalikan *path* tertentu yang dituju.
- **app.delete(path, callback [, callback ...])**
Berfungsi untuk menghapus *request* pada *path* tertentu.
- **app.path()**
Berfungsi untuk mengembalikan *path* resmi dari sebuah *app* berupa *string*.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```

var express = require('express');
var app = express();

app.get('/', function(req, res){
  res.send('hello world');
});

app.listen(3000);

```

```
//delete
app.delete('/', function (req, res) {
  res.send('DELETE request to homepage');
});

//path
console.log(app.path());
```

2.4.2 Request

Sebuah objek dari kelas *Request* akan merepresentasikan *HTTP request* dan memiliki properti untuk *request query* seperti *body*, *HTTP headers* dan *parameters*.

Beberapa properti yang ada pada kelas ini yaitu:

- **req.app**
Memiliki referensi ke suatu *instance* dari aplikasi yang menggunakan *middleware*.
- **req.baseUrl**
Path URL dimana *router* terpasang pada suatu *instance*.
- **req.route**
Berisi *route* yang cocok saat ini.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa properti tersebut:

```
//app
module.exports = function (req, res) {
  res.send('The views directory is ' + req.app.get('views'));
});

//baseUrl
var greet = express.Router();

greet.get('/jp', function (req, res) {
  console.log(req.baseUrl); // /greet
  res.send('Konichiwa!');
});

//route
app.get('/user/:id?', function userIdHandler(req, res) {
  console.log(req.route);
  res.send('GET');
});
```

Beberapa *method* yang ada pada kelas *Request* yaitu:

- **req.accepts(types)**
Berfungsi untuk memeriksa apakah tipe konten tertentu dapat diterima atau tidak.
- **req.get(field)**
Berfungsi untuk mengembalikan *HTTP request header* tertentu.
- **req.is(type)**
Berfungsi untuk mengembalikan apakah benar atau salah *type* pada parameter sama dengan status *Content-Type* pada *HTTP header*.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```
// Accept: text/*, application/json
req.accepts('html');
// => "html"
req.accepts('text/html');
// => "text/html"
req.accepts(['json', 'text']);
// => "json"
req.accepts('application/json');
// => "application/json"

// get
req.get('Content-Type');
// => "text/plain"

// is
// With Content-Type: text/html; charset=utf-8
req.is('html'); // => 'html'
req.is('text/html'); // => 'text/html'
req.is('text/*'); // => 'text/*'
```

2.4.3 Response

Sebuah objek dari kelas *Response* akan merepresentasikan respon *HTTP* yang dikirim oleh *Express* pada saat menerima *HTTP request*.

Beberapa *method* yang terdapat pada kelas *Response* yaitu :

- **res.append(field[, value])**
Berfungsi untuk menambahkan *value* tertentu pada *HTTP response header*.
- **res.get(field)**
Berfungsi untuk mengembalikan *HTTP response header* yang dispesifikasikan oleh *field*.
- **res.json([body])**
Akan mengembalikan body dari *json* tertentu.
- **res.send([body])**
Berfungsi untuk mengembalikan respon *HTTP*.

Berikut merupakan contoh implementasi dari beberapa *method* tersebut:

```
// append
res.append('Link', ['<http://localhost/>', '<http://localhost:3000/>']);

// get
res.get('Content-Type');

// json
res.json({ user: 'tobi' });
```

2.4.4 Router

Objek dari kelas *Router* merupakan *instance* dari *middleware* dan *routes*. Setiap aplikasi *Express* memiliki *router* secara *built-in*.

Salah satu *method* yang dimiliki oleh kelas *Router* yaitu :

- **router.route(path)**

Berfungsi untuk mengembalikan sebuah *instance* dari satu *route* yang dapat digunakan untuk menangani *HTTP verbs* dengan sebuah *middleware* opsional.

Berikut merupakan contoh implementasi dari *method* tersebut:

```
var router = express.Router();

router.route('/users/:user_id')
  .all(function(req, res, next) {
    // runs for all HTTP verbs first
    // think of it as route specific middleware!
    next();
  })
  .get(function(req, res, next) {
    res.json(req.user);
  })
```

2.5 Canvas API

Canvas API merupakan salah satu elemen *HTML5* yang digunakan untuk membuat gambar grafis dalam aplikasi web [7]. Teknologi ini memiliki fitur untuk membuat komposisi foto, membuat animasi, dan membuat *real-time video processing* atau *rendering*.

Subbab-subbab berikut menjelaskan tentang beberapa *interface* dari *Canvas*.

2.5.1 HTMLCanvasElement

Interface ini menyediakan beberapa properti dan *method* untuk memanipulasi tata letak dan tampilan dari elemen *canvas*.

Beberapa properti yang dimiliki oleh *HTMLCanvasElement* yaitu :

- **HTMLCanvasElement.height**

Merupakan bilangan integer positif yang merepresentasikan tinggi dari atribut *HTML* pada elemen *canvas* yang diinterpretasikan dalam piksel *CSS*. Apabila atribut tidak didefinisikan, atau atribut diisi dengan nilai negatif, maka akan digunakan nilai *default* yaitu 150.

- **HTMLCanvasElement.width**

Merupakan bilangan integer positif yang merepresentasikan lebar dari atribut *HTML* pada elemen *canvas* yang diinterpretasikan dalam piksel *CSS*. Apabila atribut tidak didefinisikan, atau atribut diisi dengan nilai negatif, maka akan digunakan nilai *default* yaitu 300.

Beberapa *method* yang dimiliki oleh *HTMLCanvasElement* yaitu :

- **HTMLCanvasElement.getContext()**

Method ini akan mengembalikan konteks *drawing* pada *canvas*, atau mengembalikan *null* apabila konteks *ID* tidak tersedia. Konteks *drawing* berfungsi untuk dapat menggambar pada *canvas*.

- **HTMLCanvasElement.toBlob()**

Method ini akan membuat objek *Blob* yang merepresentasikan gambar yang ada pada *canvas*.

2.5.2 CanvasRenderingContext2D

Interface ini digunakan untuk menggambar persegi panjang, teks, gambar, dan objek-objek lain kedalam elemen *canvas*. *CanvasRenderingContext2D* menyediakan konteks *2D rendering* untuk suatu elemen *<canvas>*. Untuk mendapatkan objek dari *interface* ini, harus memanggil *getContext()* didalam elemen *<canvas>*, dengan memberi "2d" sebagai argumen. Berikut contoh penggunaannya :

```
var canvas = document.getElementById( 'myCanvas' );  
var ctx = canvas.getContext( '2d' );
```

Rectangles

Ada tiga *method* yang dapat digunakan untuk menggambar bentuk persegi panjang:

- **CanvasRenderingContext2D.clearRect()**
Berfungsi untuk mengatur semua piksel dalam persegi panjang yang didefinisikan dengan titik awal (x,y) dan ukuran (lebar, tinggi) menjadi hitam transparan, dan menghapus semua konten yang telah digambar sebelumnya.
- **CanvasRenderingContext2D.fillRect()**
Berfungsi untuk menggambar persegi panjang dengan berisi warna tertentu, pada posisi (x,y) dengan ukuran yang ditentukan dari *width* dan *height*.
- **CanvasRenderingContext2D.strokeRect()**
Berfungsi untuk menggambar hanya garis luar dari persegi panjang, pada posisi (x,y) dengan ukuran yang ditentukan dari *width* dan *height*.

Text

Berikut merupakan beberapa *method* yang digunakan untuk menggambar suatu teks:

- **CanvasRenderingContext2D.fillText()**
Menggambar teks tertentu pada posisi (x,y).
- **CanvasRenderingContext2D.strokeText()**
Menggambar garis luar dari suatu teks pada posisi (x,y).

Line Styles

Berikut merupakan beberapa properti yang digunakan untuk mengatur bagaimana sebuah garis akan digambar:

- **CanvasRenderingContext2D.lineWidth**
Properti yang merepresentasikan tebal dari suatu garis. Nilai *default* dari properti ini yaitu 1.0.
- **CanvasRenderingContext2D.lineCap**
Berfungsi untuk menentukan jenis ujung dari suatu garis. Nilai dari properti ini dapat berupa *round*, *square*, atau *butt*.

Text Styles

Berikut merupakan beberapa properti yang digunakan untuk mengatur bagaimana suatu teks digambar.

- **CanvasRenderingContext2D.font**
Berfungsi untuk mengatur jenis *font* yang akan digunakan. Nilai *default* dari properti ini yaitu 10px *sans-serif*.
- **CanvasRenderingContext2D.textAlign**
Berfungsi untuk mengatur penjumlahan dari suatu teks.
- **CanvasRenderingContext2D.direction**
Berfungsi untuk mengatur arah dari teks tertentu. Nilai dari properti ini dapat berupa kiri-ke-kanan, atau kanan-ke-kiri.

Fill and Stroke Styles

Fill style digunakan untuk memanipulasi warna dan *style* pada suatu bentuk, dan *stroke style* digunakan untuk memanipulasi garis luar pada suatu bentuk.

- **CanvasRenderingContext2D.fillStyle**
Berfungsi untuk memberi warna yang akan digunakan didalam suatu bentuk tertentu.
- **CanvasRenderingContext2D.strokeStyle**
Berfungsi untuk memberi warna yang akan digunakan pada garis luar suatu bentuk tertentu.

Gradients and Patterns

- **CanvasRenderingContext2D.createLinearGradient()**
Berfungsi untuk membuat *linear gradient* sepanjang garis pada koordinat tertentu.
- **CanvasRenderingContext2D.createRadialGradient()**
Berfungsi untuk membuat *radial gradient* pada koordinat tertentu.
- **CanvasRenderingContext2D.createPattern()**
Berfungsi untuk membuat pola dengan menggunakan gambar yang sudah didefinisikan sebelumnya.

Paths

Beberapa *method* berikut ini dapat digunakan untuk memanipulasi *path* dari suatu objek:

- **CanvasRenderingContext2D.beginPath()**
Berfungsi untuk memulai *path* baru dengan mengosongkan daftar dari *sub-paths*.
- **CanvasRenderingContext2D.closePath()**
Berfungsi untuk memindahkan posisi ujung *pen* ke titik awal dari *sub-path* saat ini.
- **CanvasRenderingContext2D.moveTo()**
Berfungsi untuk memindahkan posisi ujung *pen* saat ini ke koordinat (x,y).
- **CanvasRenderingContext2D.lineTo()**
Berfungsi untuk menghubungkan titik terakhir pada *sub-path* ke koordinat (x,y).

- **CanvasRenderingContext2D.arc()**

Berfungsi untuk menambahkan garis lengkung ke *path* yang berpusat pada posisi (x,y) dengan radius *r*, dimulai dari *startAngle* dan berakhir pada *endAngle* dengan arah gambar garis lengkung yang didefinisikan oleh *anticlockwise*.

- **CanvasRenderingContext2D.rect()**

Berfungsi untuk membuat *path* persegi panjang pada posisi (x,y) dengan ukuran yang didefinisikan oleh *width* dan *height*.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Mozilla (2011) WebSockets. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API. [Online; diakses 7-Oktober-2017].
- [2] Rauch, G. (2011) Socket.io. <https://socket.io/>. [Online; diakses 7-Oktober-2017].
- [3] Rauch, G. (2011) Socket.io Server API. <https://socket.io/docs/server-api/>. [Online; diakses 7-Oktober-2017].
- [4] Rauch, G. (2011) Socket.io Client API. <https://socket.io/docs/client-api/>. [Online; diakses 7-Oktober-2017].
- [5] Dahl, R. (2009) Node.js. <https://nodejs.org/en/>. [Online; diakses 7-Oktober-2017].
- [6] Holowaychuk, T. (2010) Express.js. <https://expressjs.com/>. [Online; diakses 7-Oktober-2017].
- [7] Apple (2004) Canvas API. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas_API. [Online; diakses 7-Oktober-2017].

LAMPIRAN A

KODE PROGRAM

Listing A.1: MyCode.c

```

1 // This does not make algorithmic sense,
2 // but it shows off significant programming characters.
3
4 #include<stdio.h>
5
6 void myFunction( int input, float* output ) {
7     switch ( array[i] ) {
8         case 1: // This is silly code
9             if ( a >= 0 || b <= 3 && c != x )
10                 *output += 0.005 + 20050;
11             char = 'g';
12             b = 2^n + ~right_size - leftSize * MAX_SIZE;
13             c = (--aaa + &daa) / (bbb++ - ccc % 2 );
14             strcpy(a,"hello_$@?");
15         }
16         count = ~mask | 0x00FF00AA;
17     }
18 }
19
20 // Fonts for Displaying Program Code in LATEX
21 // Adrian P. Robson, nepsweb.co.uk
22 // 8 October 2012
23 // http://nepsweb.co.uk/docs/progfonts.pdf

```

Listing A.2: MyCode.java

```

1 import java.util.ArrayList;
2 import java.util.Collections;
3 import java.util.HashSet;
4
5 //class for set of vertices close to furthest edge
6 public class MyFurSet {
7     protected int id; //id of the set
8     protected MyEdge FurthestEdge; //the furthest edge
9     protected HashSet<MyVertex> set; //set of vertices close to furthest edge
10    protected ArrayList<ArrayList<Integer>> ordered; //list of all vertices in the set for each trajectory
11    protected ArrayList<Integer> closeID; //store the ID of all vertices
12    protected ArrayList<Double> closeDist; //store the distance of all vertices
13    protected int totaltrj; //total trajectories in the set
14
15    /*
16     * Constructor
17     * @param id : id of the set
18     * @param totaltrj : total number of trajectories in the set
19     * @param FurthestEdge : the furthest edge
20     */
21    public MyFurSet(int id,int totaltrj,MyEdge FurthestEdge) {
22        this.id = id;
23        this.totaltrj = totaltrj;
24        this.FurthestEdge = FurthestEdge;
25        set = new HashSet<MyVertex>();
26        ordered = new ArrayList<ArrayList<Integer>>();
27        for (int i=0;i<totaltrj;i++) ordered.add(new ArrayList<Integer>());
28        closeID = new ArrayList<Integer>(totaltrj);
29        closeDist = new ArrayList<Double>(totaltrj);
30        for (int i = 0;i <totaltrj;i++) {
31            closeID.add(-1);
32            closeDist.add(Double.MAX_VALUE);
33        }
34    }
35
36 }

```


LAMPIRAN B

HASIL EKSPERIMEN

Hasil eksperimen berikut dibuat dengan menggunakan TIKZPICTURE (bukan hasil excel yg diubah ke file bitmap). Sangat berguna jika ingin menampilkan tabel (yang kuantitasnya sangat banyak) yang datanya dihasilkan dari program komputer.



Gambar B.1: Hasil 1



Gambar B.2: Hasil 2



Gambar B.3: Hasil 3



Gambar B.4: Hasil 4