

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ULANG GEDUNG SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) PADA BANGUNAN  
DI KOTA PADANG**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Universitas Bung Hatta*

*Oleh :*

**ANDRI ELISA IRWAN**  
**NPM : 1210015211033**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2017**

## KATA PENGANTAR



*Assalammualaikum Wr. Wb.*

Dengan Mengucapkan segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, berkat Rahmat dan Karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“PERENCANAAN ULANG STRUKTUR SRPMK PADA BANGUNAN GEDUNG SHELTER DI KOTA PADANG”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan tahap sarjana di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua atas do'a dan dukungan yang diberikan tiada henti.
2. Bapak Ir. Taufik, MT dan Bapak Rahmat, ST. MT sebagai dosen pembimbing, pengajar sekaligus pendidik bagi penulis. Beliau banyak memberikan saran, arahan, motivasi dan kritik yang membangun selama penulisan tugas akhir ini,
3. Bapak Ir. Hendri Warman, MSCE, selaku dosen penguji sidang Tugas Akhir,
4. Ibu Dr. Rini Mulyani, M.Sc.(Eng), selaku dosen penguji sidang Tugas Akhir,
5. Dosen-dosen pengajar di Program Studi Teknik Sipil,
6. Kepada kawan2 yang suko batele Ijon si kancil, Ayibb si dewasa jan suko bacakak juo baduo lai, Pandu, Lutfi, Yoko... capek salasaan TA tu Kawan jan mudah manyarah... tambahan untuk Yoko Miming mokasih banyak lah

pinjaman wak celana untuak seminar, jadi juo wak wisuda dek celana tuuu,  
hehe

7. Kepada teman2 seperjuangan bidik misi Rahim Andrika Pratama alias Sholeh, M. Hudri, Rahmat Jordi Triawan, Dodi Guswanto ingek target wak smo2 dulu kawan, Kajaan lai kawan ...
8. Kepada Ichsan si cipeh, Havis, Aad, Endang, Ella, Rani akhirnya wak samo2 salasainyo. Ninid mudah2an capek salasai jan patah semangat nid, fighting !!
9. Kepada Nuchgraha Cakra Perdana (Icon) mokasih pinjaman Hp nyo kawan, lah labiah dari satahun wak pakai, dek hp kawan wak bisa smo2 wisuda,
10. Keluarga besar angkatan Teknik Sipil 2012 yang selalu memberi motivasi, masukan dan dorongan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, Semoga teman-teman yang lainnya bisa cepat nyusul... Amin ya rabbal'alam
11. Kakak Meri yang membantu kelancaran proses sidang sarjana, dan
12. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak, demi kesempurnaan pada masa yang akan datang, akhir kata semoga Tugas Akhir ini berguna bagi penulis sendiri dan para pembaca dan dapat mengamalkannya. Amin...

*Wassalammualaikum Wr. Wb.*

Padang, January 2017

***Penulis***

## DAFTAR ISI

### KATA PENGANTAR

### DAFTAR ISI

### DAFTAR GAMBAR

### DAFTAR TABEL

<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1	Latar Belakang .....	1
1.2	Maksud dan Tujuan .....	2
1.3	Batasan Pembahasan .....	2
1.4	Metodologi Penulisan .....	3
1.5	Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II</b>	<b>LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1	Pendahuluan .....	5
2.2	Material Pada Struktur .....	10
2.2.1	Beton .....	10
2.2.1.1	Kelebihan Dan Kekurangan .....	10
2.2.1.2	Sifat Beton .....	11
2.2.1.2.1	Kuat Tekan .....	11
2.2.1.2.2	Modulus Elastis Statis .....	13
2.2.1.2.3	Modulus Elastis Dinamis .....	14
2.2.2	Baja Tulangan .....	15

2.3	Komponen Pada Struktur .....	19
2.3.1	Kolom .....	19
2.3.2	Balok .....	23
2.3.4	Pelat .....	32
2.4	Komponen Struktur Lentur Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) .....	37
2.4.1	Tulangan Longitudinal .....	37
2.4.2	Tulangan Transversal .....	39
2.4.3	Persyaratan Kuat Geser .....	41
2.4.3.1	Gaya Rencana .....	41
2.4.3.2	Tulangan Transversal .....	41
2.5	Komponen Struktur Yang Dibebani Lentur dan Beban Aksial Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) .....	42
2.5.1	Tulangan Memanjang .....	42
2.5.2	Tulangan Transversal .....	44
2.5.3	Kekuatan Lentur Minimum Kolom .....	46
2.6	Analisa Pembebanan Struktur .....	47
2.6.1	Pembebanan Tetap .....	48
2.6.1.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ) .....	48
2.6.1.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) .....	49
2.6.2	Pembebanan Sementara .....	49
2.6.3	Kombinasi Pembebanan dan Kuat Rencana .....	50
2.7	Dasar-dasar Analisa dan Disain .....	52

2.7.1	Dasar Perhitungan Struktur .....	52
2.7.2	Teori Perhitungan Beban Akibat Beban Tetap dan Sementara	53
2.7.2.1	Teori Perhitungan Struktur Akibat Beban Tetap ....	53
2.7.2.2	Teori Perhitungan Struktur Akibat Beban Sementara	53
2.7.2.1.1	Perhitungan Beban Gempa .....	54
2.7.2.1.2	Perhitungan Beban Tsunami .....	92
2.8	Perencanaan Struktur Bawah .....	101
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PERENCANAAN .....</b>	<b>131</b>
3.1	Standar Perencanaan .....	131
3.2	Metode Perhitungan .....	131
3.3	Perhitungan Pembebanan .....	132
3.4	Langkah-Langkah Perhitungan Struktur .....	133
3.5	Perhitungan Penulangan Struktur .....	134
3.5.1	Analisa Penulangan Pelat .....	134
3.5.2	Analisa Penulangan Balok .....	136
3.5.3	Analisa Penulangan Kolom .....	138
3.5.4	Analisa Tulangan Geser .....	141
3.5.5	Beban Tsunami yang Diperhitungkan Dalam Analisis Struktur .....	142
<b>BAB IV</b>	<b>PERHITUNGAN STRUKTUR .....</b>	<b>146</b>
4.1	Desain Struktur Atas .....	146

4.1.1	Dasar – Dasar Perencanaan .....	146
4.1.2	Gambar Perencanaan .....	147
4.1.3	Desain Awal .....	147
4.1.3.1	Perencanaan Dimensi Balok .....	147
4.1.3.2	Perencanaan Tebal Pelat .....	155
4.1.3.3	Perencanaan Dimensi Kolom .....	164
4.1.3.4	Perencanaan Dimensi Tangga .....	167
4.1.4	Perhitungan Gempa .....	170
4.1.4.1	Menentukan Kategori Resiko Gedung .....	170
4.1.4.2	Menentukan Klasifikasi Situs .....	170
4.1.4.3	Menentukan Koefisien Situs .....	171
4.1.4.4	Menentukan Percepatan Spektral Desain .....	172
4.1.4.5	Menentukan Kategori Desain Seismik .....	173
4.1.4.6	Menentukan Sistem Dan Parameter Struktur .....	173
4.1.4.7	Menentukan Fleksibilitas Diafragma .....	173
4.1.4.8	Evaluasi Sistem Struktur .....	174
4.1.4.9	Menentukan Faktor Redudansi .....	174
4.1.4.10	Kombinasi Pembebanan .....	174
4.1.4.11	Menentukan Prosedur Analisa Statik Ekuivalen .....	175
4.1.4.12	Perhitungan Berat Gedung .....	176
4.1.4.13	Analisa Struktur Akibat Beban Gempa .....	178
4.1.5	Perhitungan Penulangan Struktur .....	181
4.1.5.1	Perhitungan Penulangan Pelat .....	181

4.1.5.1.1	Perhitungan Pelat Lantai 2 .....	181
4.1.5.2	Perhitungan Penulangan Balok .....	193
4.1.5.2.1	Penulangan Balok Induk .....	193
4.1.5.2.2	Penulangan Geser Balok .....	200
4.1.5.3	Perhitungan Penulangan Kolom .....	205
4.1.5.3.1	Penulangan Kolom .....	205
4.1.5.3.2	Penulangan Geser Kolom .....	208
4.1.6	Perhitungan Beban Tsunami .....	212
4.1.6.1	Gaya Pembebanan .....	212
4.1.6.2	Cek Kekuatan Struktur .....	215
4.1.7	Detail Penulangan Struktur .....	217
4.2	Perencanaan Struktur Bawah .....	219
4.2.1	Menentukan Daya Dukung Ijin Tekan Tiang .....	219
4.2.2	Menentukan Daya Dukung Ijin Tarik Tiang.....	220
4.2.3	Menentukan Jumlah Tiang .....	220
4.2.4	Efisiensi Kelompok Tiang .....	221
4.2.5	Menentukan Beban Maksimum Tiang .....	222
4.2.6	Menentukan Dimensi Pile Cap .....	225
4.2.7	Perhitungan Tulangan Pile cap .....	228
4.2.8	Analisa Penurunan Pondasi .....	230
4.2.9	Analisa Perhitungan Tie Beam .....	232
4.2.9.1	Analisa Tulangan Utama .....	232



<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>233</b>
5.1	Kesimpulan .....	233
5.2	Saran .....	235
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Terjadinya Tsunami .....	8
Gambar 2.2	Hubungan Tegangan-Regangan Baja Tipikal .....	16
Gambar 2.3	Kurva Hubungan Tegangan ( $f$ ) Dengan Regangan ( $\epsilon$ ) .....	16
Gambar 2.4	Bagian Kurva Tegangan-Regangan Yang Diperbesar .....	17
Gambar 2.5	Penampang Balok .....	24
Gambar 2.6	Diagram Tegangan Balok Bertulang Tunggal.....	26
Gambar 2.7	Diagram Tegangan Balok Bertulang Rangkap.....	27
Gambar 2.8	Pelat Dua Arah Dan Satu Arah .....	33
Gambar 2.9	Balok T .....	34
Gambar 2.10	Balok Ditepi Konstruksi .....	35
Gambar 2.11	Persyaratan Tulangan Lentur .....	38
Gambar 2.12	Persyaratan Sambungan Lewatan .....	39
Gambar 2.13	Sengkang Tertutup .....	41
Gambar 2.14	Tipikal Detail Sambungan lewatan Kolom .....	43
Gambar 2.15	Tulangan Transversal Pada Kolom .....	45
Gambar 2.16	Peta Zona Gempa .....	57
Gambar 2.17	Diafragma Flexibel .....	76
Gambar 2.18	Distribusi Gaya Hidrostatik .....	95
Gambar 2.19	Gaya Apung Yang Bekerja Pada Struktur .....	96
Gambar 2.20	Gaya Hidrodinamik .....	98
Gambar 2.21	Beban Yang Bekerja Pada Pile Cap .....	116

Gambar 2.22	Faktor Bentuk S' Untuk Kelompok Tiang .....	120
Gambar 2.23	Faktor Kapasitas Dukung NC .....	120
Gambar 2.24	Jarak Tiang .....	124
Gambar 3.1	Skema Perencanaan Struktur Gedung .....	133
Gambar 3.2	Skema Perhitungan Penulangan Pelat .....	135
Gambar 3.3	Skema Perhitungan Penulangan Balok.....	137
Gambar 3.4	Flow Chart Perhitungan Kolom .....	140
Gambar 3.5	Distribusi Gaya Hidrostatic .....	143
Gambar 3.6	Gaya Apung .....	144
Gambar 3.7	Gaya Uplift .....	145
Gambar 4.1	Pemodelan Struktur Gedung.....	147
Gambar 4.2	Pendistribusian Beban Pada Balok Anak .....	149
Gambar 4.3	Pendistribusian Beban Pada Balok Induk.....	152
Gambar 4.4	Peninjauan Pelat .....	155
Gambar 4.5	Pemodelan Struktur Tangga .....	168
Gambar 4.6	Peninjauan Pelat Lantai .....	182
Gambar 4.7	Peninjauan Penulangan Lentur Balok Induk .....	194
Gambar 4.8	Peninjauan Penulangan Kolom .....	205
Gambar 4.9	Peninjauan Pile Cap .....	222
Gambar 4.10	Detail Penulangan Pile Cap.....	227
Gambar 4.11	Detail Penulangan Tie Beam.....	232

## DAFTAR TABEL

Tabel	2.1	Nilai Modulus Elastis Beton Normal .....	14
Tabel	2.2	Sifat Mekanis Baja .....	19
Tabel	2.3	Tebal Minimum Balok .....	25
Tabel	2.4	Kombinasi Beban Gempa.....	51
Tabel	2.5	Kombinasi Beban Tsunami .....	51
Tabel	2.6	Kategori Resiko Bangunan.....	54
Tabel	2.7	Faktor Keutamaan Gempa .....	56
Tabel	2.8	Klasifikasi Situs .....	58
Tabel	2.9	Koefisien Situs Fa .....	59
Tabel	2.10	Koefisien Situs Fv .....	60
Tabel	2.11	Kategori desain seismik pada perioda pendek.....	63
Tabel	2.12	Kategori desain seismik pada perioda 1 detik.....	64
Tabel	2.13	Faktor R, Cd, $\Omega$ untuk sistem penahan gaya gempa .....	65
Tabel	2.14	Ketidakteraturan horizontal pada struktur .....	77
Tabel	2.15	Ketidakteraturan vertikal pada struktur .....	79
Tabel	2.16	Persyaratn untuk masing-masing tingkat .....	82
Tabel	2.17	Prosedur analisis yang boleh digunakan .....	85
Tabel	2.18	Nilai parameter pewrioda pendekatan Ct dan x .....	87
Tabel	2.19	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda .....	87
Tabel	2.20	Koefisien Drag .....	97

Tabel	2.21	Waktu Tumbukan .....	99
Tabel	2.22	Daftar Nilai Koefisien Daya Dukung Tanah .....	106
Tabel	2.21	Nilai Kd .....	122
Tabel	3.1	Kombinasi Beban .....	132
Tabel	4.1	Perhitungan Tinggi Gaya Aksial Pada Kolom .....	166
Tabel	4.2	Perhitungan Nilai SPT .....	170
Tabel	4.3	Kombinasi Pembebanan .....	174
Tabel	4.4	Perhitungan Berat Sendiri Bangunan .....	176
Tabel	4.5	Perhitungan Berat Total Bangunan .....	177
Tabel	4.6	Perhitungan distribusi gaya gempa arah-x dan -y .....	181
Tabel	4.7	Nilai Koefisien Gezek (kz) .....	228

## DAFTAR NOTASI

$f_y$	=	Tegangan leleh baja
$f'_c$	=	Mutu beton
$A_s$	=	Luas tulangan tarik
$A_s'$	=	Luas tulangan tekan
$d$	=	Tinggi efektif penampang dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
$d'$	=	Tinggi efektif dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan
DL	=	Beban mati
LL	=	Beban hidup
$e$	=	Eksentrisitas gaya
$c_s$	=	Koefisien respons seismik
$E$	=	Pengaruh beban gempa
$F_x$	=	Gaya gempa lateral
$F_i$	=	Bagian dari geser dasar seismik (V) yang timbul ditingkat $i$
$I$	=	Faktor keutamaan gedung
$N$	=	Jumlah tingkat
$R$	=	Faktor modifikasi respons
$T_1$	=	Waktu getar alami fundamental struktur
$T_a$	=	Perioda fundamental pendekatan
$\mu_{(mu)}$	=	Faktor daktilitas struktur gedung

$V$	=	Beban (gaya) geserdasar nominal statik ekivalen akibat pengaruh Gempa Rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung
$V_x$	=	Geser tingkat desain gempa disemua tingkat
$C_v$	=	Faktor distribusi vertikal
$E_c$	=	Modulus elastisitas baja
$\Phi$	=	Faktor reduksi kekuatan
$\varepsilon$	=	Regangan
$\varepsilon_y$	=	Regangan leleh
$\varepsilon_s$	=	Regangan susut
$\beta_1$	=	Faktor blok tegangan beton
$\rho$	=	Rasio tulangan terhadap luas penampang beton
$\rho_b$	=	Rasio tulangan yang memberikan regangan seimbang
$\rho_{max}$	=	Rasio tulangan maksimum
$\rho_{min}$	=	Rasio tulangan minimum
$b$	=	Lebar penampang
$b_o$	=	Keliling penampang kritis pondasi
$c$	=	Jarak dari serat tekan terluar kegaris netral
$FK_1$	=	Faktor keamanan geser
$FK_2$	=	Faktor keamanan guling
$G'$	=	Daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan
$h$	=	Tinggi total penampang
$I$	=	Momen inersia
$K_z$	=	Koefisien tegangan gesek

$L_x$	=	Panjang bentang arah x
$L_y$	=	Panjang bentang arah y
$L_n$	=	Panjang bentang bersih
$M_u$	=	Momen lentur ultimate
$M_n$	=	Momen lentur nominal
$m$	=	Jumlah tiang dalam 1 kolom
$N$	=	Data SPT
$n$	=	Jumlah tiang dalam 1 baris
$n_p$	=	Jumlah tiang yang diperlukan
$P_u$	=	Gaya aksial yang terjadi
$P_n$	=	Kuat tekan aksial terfaktor
$S$	=	Jarak sengkang
$V_c$	=	Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton
$V_n$	=	Tegangan geser nominal
$V_s$	=	Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser
$V_u$	=	Gaya geser terfaktor pada penampang
$\Delta M$	=	Momen yang terjadi akibat perbedaan penurunan pondasi
$\Delta S$	=	Perbedaan penurunan pondasi



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia yang terletak di antara 3 lempeng tektonik utama di dunia (*Eurasia, Pasifik, dan Hindia-Australia*), Interaksi antara ke tiga lempeng utama tersebut mengakibatkan Indonesia menjadi negara yang rawan terjadi gempa.

Oleh karena itu, perancangan struktur gedung tahan gempa di Indonesia merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Untuk dasar design struktur utama penahan gaya gempa terdapat 3 sistem bangunan yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen (*Momen Resisting Frame System*), Sistem Rangka Gedung (*Building Frame System*) dan Sistem Ganda (*Dual System*).

Dilihat dari letak wilayah Kota Padang berada pada wilayah rawan gempa dengan skala yang tinggi dan rata – rata bangunan di Kota Padang mempunyai ketinggian menengah kurang dari 10 lantai, maka dari itu perancangan struktur bangunan perlu memperhatikan ketentuan – ketentuan yang telah ditetapkan di Indonesia untuk perancangan struktur gedung di wilayah rawan gempa sehingga dalam perencanaan design struktur digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.

Standar-standar perencanaan bangunan atau gedung di Indonesia seringkali mengalami perubahan. Adapun permasalahan lainnya yang membuat perlunya dilakukan pengkajian terhadap SRPMK yaitu Implementasi standar

gempa di Sumatera Barat yang masih rendah dan perencanaan SRPMK masih belum sepenuhnya di terapkan sehingga resiko gempa terhadap bangunan/gedung tinggi.

Pada proyek pembangunan struktur gedung Shelter di Ulak Karang direncanakan menggunakan SNI 03-1726-2002, namun saat ini telah diterbitkan peraturan baru SNI 03-1726-2012 untuk perhitungan ketahanan gempa.

Didalam Tugas Akhir ini penulis membahas tentang ” **Perencanaan Ulang Gedung Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada Bangunan di Kota Padang (Studi Kasus Shelter Ulak Karang)**”.

## **1.2 Maksud Dan Tujuan Penulisan**

Maksud dari penulisan tugas akhir ini yaitu untuk merencanakan bangunan yang memiliki ketahanan yang baik terhadap gempa.

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menghitung Ulang Struktur Gedung Shelter di Ulak Karang yang mengacu pada SNI 03-1726-2012.
2. Sistem struktur yang direncanakan adalah SRPMK.
3. Membandingkan hasil perhitungan struktur gedung dengan perhitungan sebelumnya.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar tidak meluasnya perhitungan dan pembahasan dalam penulisan tugas akhir, maka penulis memberikan batasan masalah agar yang dibahas jelas

dan lebih teraah. Adapun batasan masalah penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Struktur atas bangunan (pelat, balok, kolom)
2. Perencanaan gedung beton bertulang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.
3. Sistem pemodelan struktur 3D.
4. Standar-standar perencanaan yang digunakan adalah :
  - Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983).
  - SNI 03-2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
  - SNI-1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gedung untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
  - FEMA-P646 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Bangunan Terhadap Tsunami.

#### **1.4 Metodologi Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan studi literatur, untuk perhitungan struktur berpedoman pada buku-buku dan peraturan standar yang ada. Dengan cara pengumpulan data, merencanakan elemen struktur atas dan bawah, pembebanan, pemodelan dan analisis struktur.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Agar penulisan tugas akhir ini teratur dan tidak menyimpang maka penulis membuat sistematika penulisan laporan sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Menjelaskan tentang latar belakang, maksud dan tujuan, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

### **BAB II : DASAR TEORI**

Menjelaskan tentang uraian umum tentang struktur, analisa pembebanan, teori perhitungan beban, teori analisa pelat, balok dan kolom serta perencanaan pondasi.

### **BAB III : METODOLOGI PERENCANAAN**

Menjelaskan tentang metodologi pengumpulan data, perencanaan elemen struktur atas, perhitungan pembebanan dan menganalisis struktur.

### **BAB IV : PERENCANAAN STRUKTUR**

Menjelaskan tentang pembebanan vertikal, pembebanan horizontal akibat gempa, perhitungan struktur atas..

### **BAB V : PENUTUP**

Menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan tugas akhir ini.