BAB III
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

III.1 Analisis Sistem

Analisis sistem adalah penguraian dari suatu sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponen dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya.

III.1.1 Analisis Masalah

Dalam melakukan pembangunan aplikasi simulator kecapi ini terdapat beberapa masalah yang perlu diperhatikan, diantaranya yaitu semakin sedikitnya orang yang mampu memainkan alat musik kecapi, membuat kurangnya penyebaran informasi kecapi yang merupakan alat musik petik kebudayaan Jawa Barat, kurang populernya alat musik kecapi di kalangan generasi muda, sulitnya dalam proses penyeteman nada kecapi, kurangnya sarana untuk menuangkan ide dalam permainan kecapi.

Hal-hal yang telah dipaparkan inilah yang menjadi alasan untuk membuat sebuah Aplikasi simulator kecapi yang diimplementasikan pada *platform* Android. Sehingga Aplikasi ini dapat memperluas informasi bagaimana cara memainkan kecapi, mempermudah penyeteman (*tuning*) nada kecapi, membantu memberikan sarana untuk menuangkan ide dalam memainkan kecapi melalui fasilitas perekaman (*recording*).

III.1.2 Akuisisi data nada kecapi

Dalam pengumpulan data nada kecapi, data nada kecapi didapat dari proses perekaman langsung dari alat musik kecapi. Hasil perekaman nada alat musik kecapi akan menjadi data dalam penelitian ini. Format data yang digunakan dalam proses perekaman nada kecapi menggunakan format data WAV. Alasan utama pemilihan WAV pada penelitian ini dikarenakan, WAV mudah untuk

dilakukan manipulasi, serta merupakan tipe data tanpa melalui proses kompresi suara. Dengan cara ini, diharapkan data yang akan diolah nantinya dapat diektraksi dengan baik. Sehingga proses analisa dan identifikasi frekuensi pada nada tersebut memiliki akurasi tinggi. Variable utama yang akan diekstraksi adalah frekuensi dari suara tersebut.

Namun, tidak hanya format data WAV saja sebagai penjamin bahwa data suara yang dikumpulkan dapat dibilang baik (tidak ada informasi yang hilang), namun kondisi (lingkungan) pada saat pengambilan suara pun akan mempengaruhi. Karena, pada kondisi yang bising, data suara yang didapat, akan memiliki *noise*. *Noise* dapat menganggu keaslian suara yang ada. Sehingga pada saat proses perekaman nada kecapi ini, menggunakan ruang tertutup sehigga pengambilan suara yang tidak mendapatkan pengaruh sekitar.

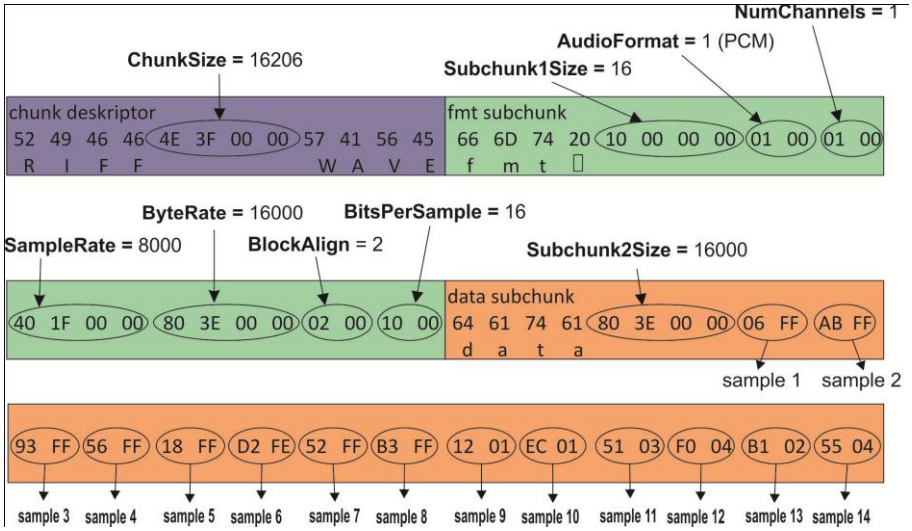
Nada kecapi yang dilakukan perekaman ialah seluruh nada kecapi dengan titi laras pelog dan madenda. Nada kecapi akan direkam dengan menggunakan frekuensi sampling standar 8000Hz dan menggunakan *sampling bit* 16 *bits*/*sample* dan menggunakan *channel mono*,dengan durasi rekaman selama 1 detik.

Nada kecapi ini, kemudian akan dianalisis frekuensinya yang akan digunakan sebagai nada acuan yang digunakan dalam proses penyeteman nada kecapi.

III.1.3 Analisis frekuensi

Analisis frekuensi ini digunakan untuk mengatasi permasalahan penentuan nada kecapi dalam proses penyeteman nada kecapi. Dari analisis frekuensi ini, akan diperoleh nilai-nilai frekuensi yang akan dijadikan sebagai nada acuan dalam proses penyeteman nada kecapi. Frekuensi nada kecapi ini diperoleh dari hasil analisis dari data hasil perekaman nada kecapi yang dicuplik dengan frekuensi 8000 Hz selama 1 detik yang disimpan dengan format WAV.

Sebagai contoh, sampling diambil dari file *audio* wav nada “Da” kecapi pada oktaf kedua yang dirubah kedalam *hexadecimal*. Berikut gambaran data WAV nada “Da” kecapi pada oktaf kedua.



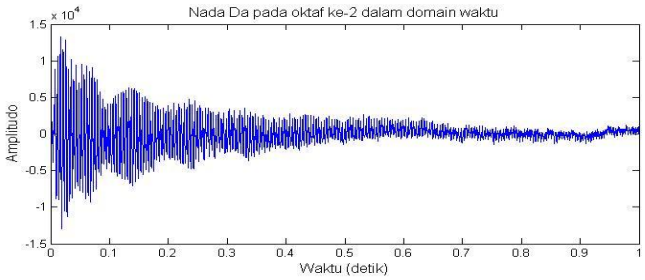
Gambar III.1 Intepretasi file audio *wav* nada "Da" kecapi pada oktaf kedua.

Apabila sample ditampilkan secara desimal maka, tampilannya dapat dilihat pada tabel III.1.

Tabel III.1 Data Wav (desimal)

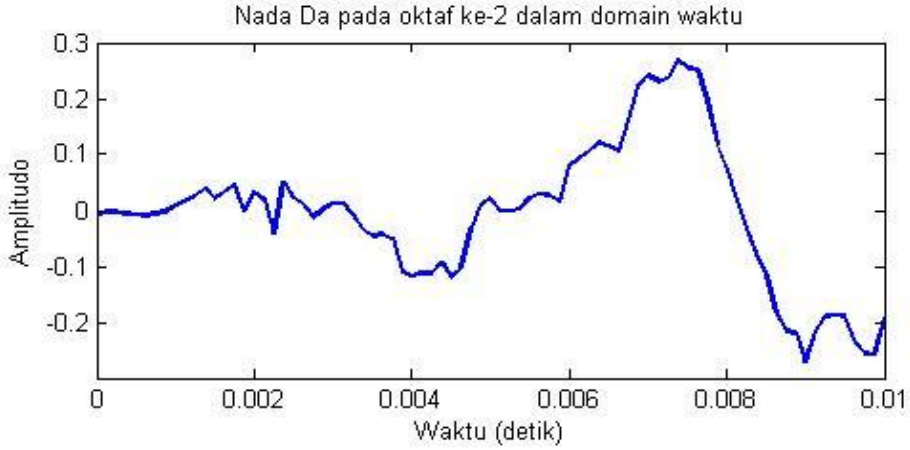
Sample	Channel
1	-250
2	-85
3	-109
4	-170
5	-232
6	-302
7	-174
8	-77
…	…
8000	-607

Dari sample data yang diperoleh tersebut File Audio *wav* nada "Da" kecapi pada oktaf kedua tersebut dapat di gambarkan pada domain waktu.



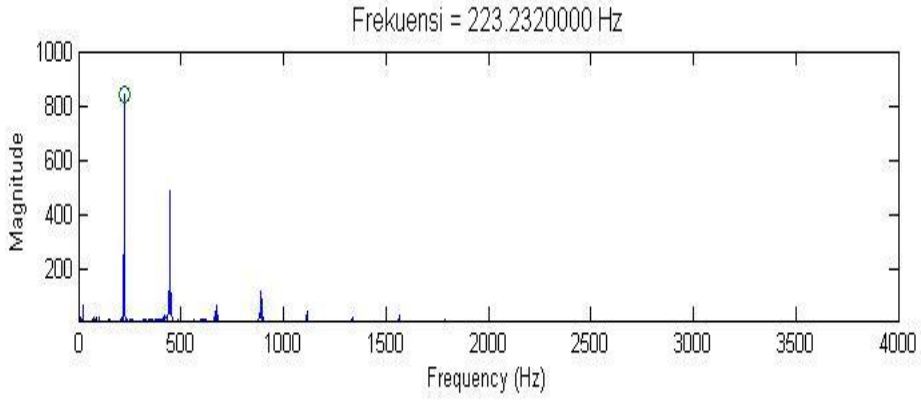
Gambar III.2 File audio *wav* nada "Da" kecapi pada oktaf kedua dalam domain waktu.

Apabila diperbesar maka tampilannya sebagai berikut:



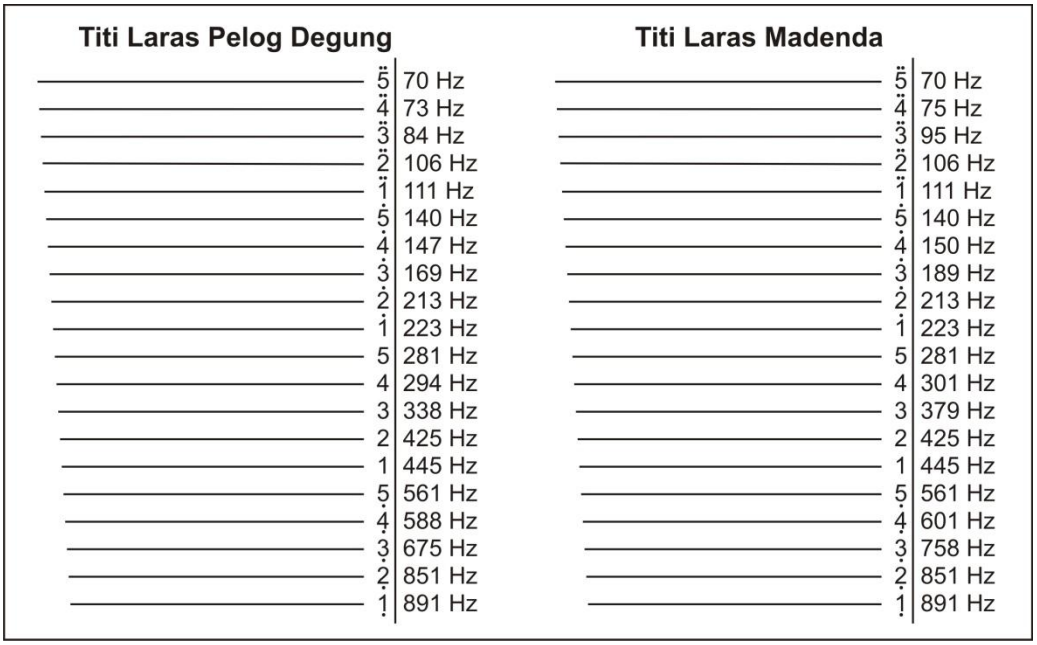
Gambar III.3 File audio *wav* nada "Da" kecapi pada oktaf kedua dalam domain waktu yang diperbesar.

Dari data di atas dapat kita transformasikan menggunakan algoritma *fast fourier transform* terhadap domain frekuensi sehingga menghasilkan seperti pada gambar III.4.



Gambar III.4 File audio *wav* nada "Da" kecapi pada oktaf kedua dalam domain frekuensi.

Dari gambar III.4 dapat ditemukan frekuensi dari nada "Da" kecapi pada oktaf kedua yaitu dari ukuran magnitude terbesar yang dihasilkan pada frekuensi 223 Hz, Apabila dilakukan hal yang sama kepada nada-nada yang lain maka akan menghasilkan nada acuan frekuensi nada kecapi yang dapat dilihat pada gambar III.5.

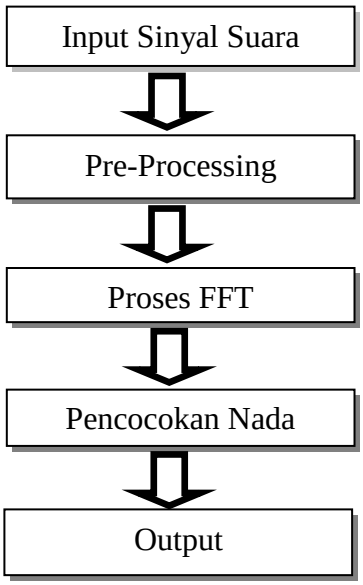


Gambar III.5 Frekuensi nada kecapi

III.1.4 Analisis Proses *Sound Recognition*

Sound Recognition merupakan sebuah teknologi terapan yang mengubah sinyal-sinyal digital yang berasal dari bunyi menjadi instruksi atau aksi tertentu. Teknologi Sound recognition mampu menganalisis sebuah masukan berupa sinyal digital ke dalam bentuk besaran frekuensi. Di dalam istilah musik, *pitch*/nada berarti sama seperti frekuensi. Frekuensi yang terdapat pada sinyal digital ini sangat bervariasi. Dapat dibedakan ada suara bernada tinggi, dan suara bernada rendah. Perbedaan ini disebabkan oleh *pitch* dari gelombang suara tersebut, semakin rapat gelombang, akan semakin tinggi nada suara yang dihasilkan.

Secara garis besar, cara kerja *sound recognition* ialah sinyal suara audio yang diterima melalui mikrofon diambil salah satu komponennya yaitu frekuensi. Dengan mentransformasikan sinyal dari domain waktu kedalam domain frekuensi, menggunakan algoritma fast fourier transform, akan diperoleh sekumpulan informasi tentang frekuensi yang terkandung dalam sinyal tersebut.



Gambar III.6 Diagram blok sistem untuk proses *sound recognition*

III.1.5 *Pre-prosessing*

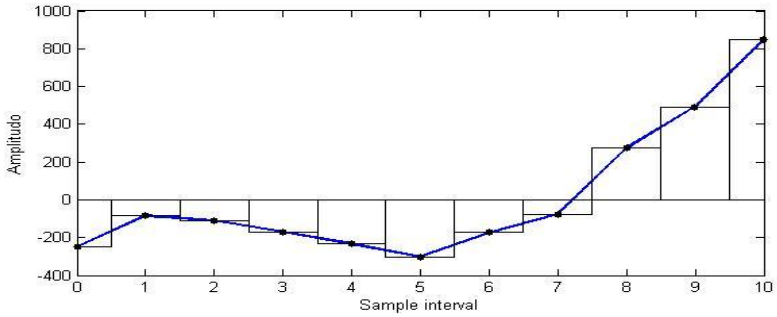
Sinyal suara yang akan diproses bersifat analog sehingga jika dilakukan pengolahan secara digital, sinyal suara tersebut harus dikonversi menjadi sinyal digital. Salah satu komponen penting dalam proses konversi sinyal analog ke digital adalah pengubah besaran analog ke digital atau disebut juga ADC (*Analog to Digital Converter*). ADC akan mengubah amplitudo sebuah gelombang analog ke dalam waktu interval (*sampling*) sehingga menghasilkan representasi *digital* dari suara.

1. Sampling

Data berupa sinyal suara diperoleh dengan cara merekam suara melalui mikrofon yang terdapat pada perangkat android. Perekaman suara di dalam aplikasi menggunakan frekuensi sampling standar 8000Hz. Suara yang direkam ini menggunakan *sampling bit* 16 *bits*/*sample* dan menggunakan *channel mono.* Durasi suara yang direkam apabila lebih pendek lebih mudah untuk diambil perbedaan fiturnya. Dalam analisis ini digunakan durasi rekaman yang diambil adalah 1 detik.

2. Kuantisasi

Proses ini adalah proses pengkonversian nilai analog ke dalam suatu nilai diskrit. Selama proses kuantisasi, ADC menkonversi setiap nilai analog ke dalam bentuk diskrit. Diambil suatu input sinyal analog yang akan dikuantisasi, terlihat pada gambar III.7.



Gambar III.7 Input sinyal analog yang dikuantisasi

Dari hasil kuantisasi pada gambar III.7 maka dapat diambil data suara hasil sinyal diskrit F_k dengan diwakili sebagai nilai f(k) sebagai berikut:

-250	-85	-109	-170	-232	-302	-174	-77	274	492
x(0)	x(1)	x(2)	x(3)	x(4)	x(5)	x(6)	x(7)	x(8)	X(9)

3. *Coding*

Coding, pada proses ini, tiap nilai diskrit yang telah didapat, direpresentasikan dengan angka *binary* n-bit. Cara konversinya adalah dengan membagi bilangan desimal dengan bilangan biner dengan memperhatikan hasil sisa pembagian. Kode biner hasil *coding* tidak akan dimasukan dalam perhitungan proses selanjutnya, karena kode biner ini hanya dibaca oleh *processor* untuk pembacaan suatu sinyal digital.

III.1.6 Proses *Fast Fourier Transform* (FFT)

Fast Fourier Transform adalah suatu algoritma yang digunakan untuk merepresentasikan sinyal dalam domain waktu diskrit dan domain frekuensi. Dengan menggunakan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) perhitungan DFT dapat dilakukan dengan cepat dan efisien.

Dari hasil kuantisasi pada gambar III.7 maka dapat diambil data suara hasil sinyal diskrit $X[k]$ dengan diwakili sebagai nilai x(k) sebagai berikut:

-250	-85	-109	-170	-232	-302	-174	-77
x(0)	x(1)	x(2)	x(3)	x(4)	x(5)	x(6)	x(7)

Pada penelitian ini diambil 8 sample untuk perhitungan fast fourier transform

x(0) = -250

x(1) = -85

x(2) = -109

x(3) = -170

x(4) = -232

x(5) = -302

x(6) = -174

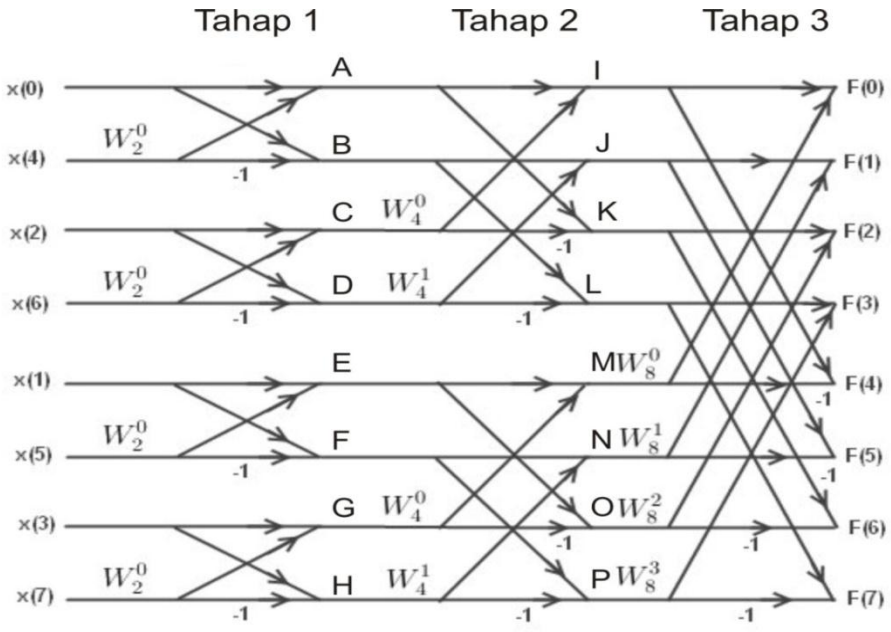
x(7) = -77

Data sinyal tersebut kemudian dilakukan pembalikan bit (*bit reversal*). Diketehui bahwa N=8, berarti 1 desimal direpresentasikan dengan 3 bit. Desimal pertama-tama, diurutkan mulai dari 0 sampai dengan 7. Kemudian dilakukan representasi bit untuk tiap-tiap desimal tersebut. Setelah itu, bit-bit tersebut dibalik (yaitu ditulis kembali namun dengan urutan dari kanan ke kiri). Langkah terakhir adalah merepresentasikan kembali bit-bit tersebut kedalam desimal yang dapat dilihat pada tabel III.2.

Tabel III.2 Pembalikan Bit untuk 8 Titik

Urutan normal		Urutan setelah pembalikan	
Desimal	Biner	Desimal	Biner
0	000	0	000
1	001	4	100
2	010	2	010
3	011	6	110
4	100	1	001
5	101	5	101
6	110	3	011
7	111	7	111

Langkah selanjutnya yaitu dengan memasukan kedalam metode kupu-kupu (*Butterfly method*).



Gambar III.8 Metode kupu-kupu 8-titik

Dari gambar III.8 diperoleh:

$A = x(0) + W_2^0\, x(4)$ $\quad I = A + C\, W_4^0$ $\quad F(0) = I + M\, W_8^0$

$B = x(0) - W_2^0\, x(4)$ $\quad J = B - D\, W_4^1$ $\quad F(1) = J + N\, W_8^1$

$C = x(2) + W_2^0\, x(6)$ $\quad K = A - C\, W_4^0$ $\quad F(2) = K + O\, W_8^2$

$D = x(2) - W_2^0\, x(6)$ $\quad L = B - D\, W_4^1$ $\quad F(3) = L + P\, W_8^3$

$E = x(1) + W_2^0\, x(5)$ $\quad M = E + G\, W_4^0$ $\quad F(4) = I - M\, W_8^0$

$F = x(1) - W_2^0\, x(5)$ $\quad N = F + H\, W_4^1$ $\quad F(5) = J - N\, W_8^1$

$G = x(3) + W_2^0\, x(7)$ $\quad O = E - G\, W_4^0$ $\quad F(6) = K - O\, W_8^2$

$H = x(3) - W_2^0\, x(7)$ $\quad P = F - H\, W_4^1$ $\quad F(7) = L + P\, W_8^3$

Untuk menghitung FFT, petama-tama hitung terlebih dahulu faktor W_N^k sebagai berikut:

$$W_N^k = e^{\frac{-j2\pi k}{N}}$$

$$= \cos(\tfrac{-2\pi k}{N}) + \text{j} \sin(\tfrac{-2\pi k}{N})$$

Lakukan hal yang saperti diatas untuk mendapatkan nilai faktor *W*, sehingga didapatkan sebagai berikut:

$W_2^0 = 1$

$W_4^0 = 1$

$W_4^1 = -j$

$W_8^0 = 1$

$W_8^1 = \frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}$

$W_8^2 = -j$

$W_8^3 = -\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}$

Subtitusikan nilai A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, dan P kedalam F(0), F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(7). Maka akan menghasilkan nilai sebagai berikut:

$$F(0) = x(0) + W_2^0\,x(4) + W_4^0\,x(2) + W_4^0\,W_2^0\,x(6) + W_8^0\,x(1) + W_8^0 W_2^0\,x(5) + W_8^0\,W_4^0\,x(3) + W_8^0\,W_4^0\,W_2^0\,x(7)$$

$$= -250 + \big(1 * (-232)\big) + \big(1 * (-109)\big) + \big(1 * 1 * (-174)\big) + \big(1 * (-85)\big) + \big(1 * 1 * (-302)\big) + \big(1 * 1 * (-170)\big) + (1 * 1 * 1 * (-77))$$

$$= -1399$$

$$F(1) = x(0) - W_2^0\,x(4) + W_4^1\,x(2) - W_4^0\,W_2^0\,x(6) + W_8^1\,x(1) - W_8^1 W_2^0\,x(5) + W_8^1\,W_4^0\,x(3) + W_8^1\,W_4^0\,W_2^0\,x(7)$$

$$= -250 - \big(1 * (-232)\big) + \big(-j(-109)\big) - \big(1 * 1 * (-174)\big) + \left(\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * (-85)\right) - \left(\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * 1 * (-302)\right) + \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * 1 * (-170)) + (\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * 1 * 1 * (-77))$$

$$= -250 - (-232) + (109j) - (-174) + (-60{,}1 + 60{,}1j) - (-213{,}54 + 213{,}54j) + (-120{,}2 + 120{,}2j) + (-54{,}44 + 54{,}44j)$$

$$= 134{,}8 + 130{,}15\text{j}$$

$$F(2) = x(0) + W_2^0\, x(4) - W_4^0\, x(2) + W_4^0\, W_2^0\, x(6) + W_8^2\, x(1) + W_8^2 W_2^0\, x(5) - W_8^2\, W_4^0\, x(3) - W_8^2\, W_4^0\, W_2^0\, x(7)$$

$$= (-250) + \big(1 * (-232)\big) - \big(1 * (-109)\big) + \big(1 * 1 * (-174)\big) + ((-j) * (-85)) + ((-j) * 1 * (-302)) - ((-j) * 1 * (-170)) - ((-j) * 1 * 1 * (-77))$$

$$= -547 + 294j$$

$$F(3) = x(0) - W_2^0\, x(4) - W_4^1\, x(2) - W_4^1\, W_2^0\, x(6) + W_8^3\, x(1) - W_8^3 W_2^0\, x(5) - W_8^3\, W_4^1\, x(3) - W_8^3\, W_4^1\, W_2^0\, x(7)$$

$$= (-250) - \big(1 * (-232)\big) - j * (-109) - j * 1 * (-174) + \left(\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * (-85)\right) - \left(\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * 1 * (-302)\right) - \left(\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * (-j) * (-170)\right) - \left(\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) * (-j) * 1 * (-77)\right)$$

$$= 3{,}2 - 261{,}8j$$

$$F(4) = x(0) + W_2^0\, x(4) + W_4^0\, x(2) + W_4^0\, W_2^0\, x(6) - W_8^0\, x(1) - W_8^0 W_2^0\, x(5) - W_8^0\, W_4^0\, x(3) - W_8^0\, W_4^0\, W_2^0\, x(7)$$

$$= -250 + \big(1 * (-232)\big) + \big(1 * (-109)\big) + \big(1 * 1 * (-174)\big) - \big(1 * (-85)\big) - \big(1 * 1 * (-302)\big) - \big(1 * 1 * (-170)\big) - (1 * 1 * 1 * (-77))$$

$$= -131$$

$$F(5) = x(0) - W_2^0\, x(4) + W_4^1\, x(2) - W_4^1\, W_2^0\, x(6) - W_8^1\, x(1) + W_8^1 W_2^0\, x(5) - W_8^1\, W_4^1\, x(3) + W_8^1\, W_4^1\, W_2^0\, x(7)$$

$$= -250 - \left(1 * (-232)\right) + \left((-j) * (-109)\right) - \left((-j) * 1 * (-174)\right)$$
$$- \left(\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * (-85)\right) + \left(\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * 1 * (-302)\right)$$
$$- \left(\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * (-j) * (-170)\right) + (\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * (-j) * 1$$
$$* (-77))$$
$$= -105{,}68 + 22{,}68j$$

$$F(6) = x(0) + W_2^0\, x(4) - W_4^0\, x(2) + W_4^0\, W_2^0\, x(6) - W_8^2\, x(1)$$
$$- W_8^2 W_2^0\, x(5) + W_8^2\, W_4^0\, x(3) + W_8^2\, W_4^0\, W_2^0\, x(7)$$
$$= -250 + \left(1 * (-232)\right) - \left(1 * (-109)\right) + \left(1 * 1 * (-174)\right)$$
$$- \left((-j) * (-85)\right) - \left((-j) * 1 * (-302)\right) + \left((-j) * 1 * (-170)\right)$$
$$+ ((-j) * 1 * 1 * (-77))$$
$$= -849 + 162j$$

$$F(7) = x(0) - W_2^0\, x(4) - W_4^1\, x(2) - W_4^1\, W_2^0\, x(6) - W_8^3\, x(1)$$
$$+ W_8^3 W_2^0\, x(5) + W_8^3\, W_4^1\, x(3) + W_8^3\, W_4^1\, W_2^0\, x(7)$$
$$= -250 - \left(1 * (-232)\right) - \left((-j) * (-109)\right) - \left((-j) * 1 * (-174)\right)$$
$$- \left(\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * (-85)\right) + \left(\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * 1 * (-302)\right)$$
$$+ \left(\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * (-j) * (-170)\right) + (\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}j\right) * (-j)$$
$$* 1 * (-77))$$
$$= 39{,}2 - 63{,}8\text{j}$$

Magnitudo pada frekuensi dapat dihitung dengan rumus :

Magnitudo F(0) = $|[R^2 + L^2]|$ = $|\,[-1399^2 + 0^2\,]^{\frac{1}{2}}\,|$ = 1399

Maka magnitudo dari F(0) = 3701, dengan cara yang sama lakukan kepada ke-tujuh data sinyal lainnya. Sehingga menghasilkan nilai magnitudo:

$F(0) = 1399$

$F(1) = 187{,}38$

$F(2) = 621$

$F(3) = 261{,}82$

$F(4) = 131$

$F(5) = 108{,}09$

$F(6) = 864{,}32$

$F(7) = 74{,}88$

Bagian frekuensi positif terkecil dimulai dari $F(1)$ sampai $F(N)$, maka data sinyal yang memiliki magnitudo terbesar terdapat pada F(6), maka diperoleh :

Frekuensi = 6 * Fs / N

= 6 * 8 / 8

= 6 Hz

Fs = Sample rate

N = Jumlah sample sinyal

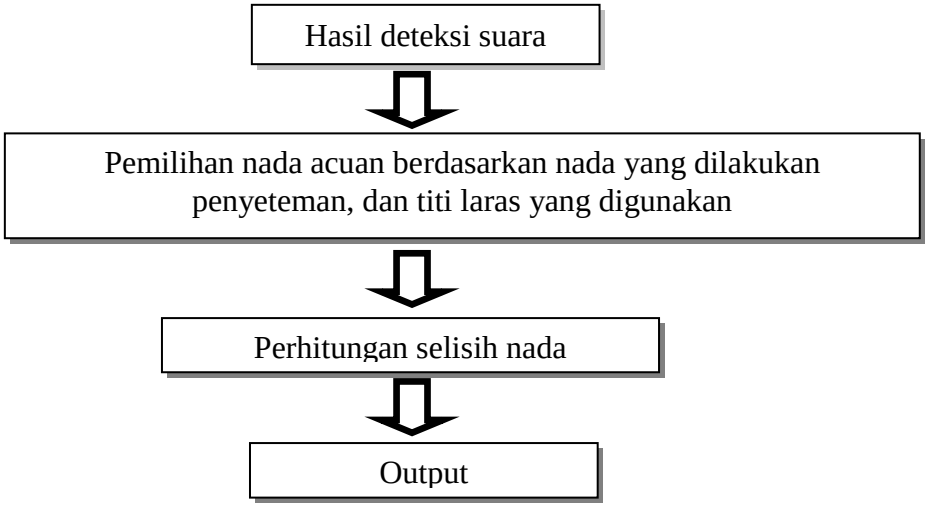
Dari contoh perhitungan algoritma *fast fourier transform* tersebut apabila dilakukan perhitungan yang sama terhadap nada "Da" kecapi pada oktaf kedua, maka akan menghasilkan frekuensi 223,232 Hz. Frekuensi inilah, yang akan digunakan untuk mencocokan frekuensi dengan frekuensi nada acuan yang telah diperoleh sebelumnya.

III.1.7 Pencocokan Frekuensi Sinyal Masukan dengan Frekuensi Nada Acuan

Untuk memudahkan pencocokan, nilai frekuensi nada acuan pada tabel III.2 digunakan sebagai pembanding terhadap frekuensi nada hasil deteksi. Pencocokan nilai frekuensi hasil deteksi dengan frekuensi nada acuan dilakukan dengan cara membandingkan kedua frekuensi tersebut.

Nada acuan terlebih dahulu akan dipilih berdasarkan posisi nada dan titi laras yang digunakan saat penyeteman. Setelah nada acuan didapatkan untuk dilakukan perbandingan dengan hasil deteksi nada, maka akan dilakukan perhitungan selisih nada antara nada acuan dan nada hasil deteksi.

Untuk memudahkan pencocokan frekuensi, diberikan nilai maksimal beda nada sebesar 10 Hz dari nada acuan. Jika nada yang dihasilkan memiliki selisih kurang dari 10 Hz dari nada acuan maka akan ditampilkan hasil pencocokan nada beserta jumlah selisih frekuensi masukan dengan nada acuan. Alur proses pencocokan nada dapat dilihat pada gambar III.9.



Gambar III.9 Diagram blok proses pencocokan nada

Berikut ini adalah algoritma untuk proses pencocokan nada :

```
Procedure PencocokanNada(Input nada: integer,frekuensi:
double,titiLaras: String)
{I.S: Menerima input berupa nada,frekuensi dan titiLaras}
{F.S: Menampilkan hasil pencocokan nada}
Kamus:
const
      maks=20
type
      bil=array[1..maks] of double

NadaAcuan:bil
Maks_beda_nada,beda : double
Selisih : String

Algoritma:
If titilaras = 'pelog degung' then
      NadaAcuan[1]  ← 70;
      NadaAcuan[2]  ← 73;
      NadaAcuan[3]  ← 84;
      NadaAcuan[4]  ← 106;
      NadaAcuan[5]  ← 111;
      NadaAcuan[6]  ← 140;
```

```
      NadaAcuan[7]  ← 147;
      NadaAcuan[8]  ← 169;
      NadaAcuan[9]  ← 213;
      NadaAcuan[10] ← 223;
      NadaAcuan[11] ← 281;
      NadaAcuan[12] ← 294;
      NadaAcuan[13] ← 338;
      NadaAcuan[14] ← 425;
      NadaAcuan[15] ← 445;
      NadaAcuan[16] ← 561;
      NadaAcuan[17] ← 588;
      NadaAcuan[18] ← 675;
      NadaAcuan[19] ← 851;
      NadaAcuan[20] ← 891;
else
      NadaAcuan[1]  ← 70;
      NadaAcuan[2]  ← 75;
      NadaAcuan[3]  ← 95;
      NadaAcuan[4]  ← 106;
      NadaAcuan[5]  ← 111;
      NadaAcuan[6]  ← 140;
      NadaAcuan[7]  ← 150;
      NadaAcuan[8]  ← 189;
      NadaAcuan[9]  ← 213;
      NadaAcuan[10] ← 223;
      NadaAcuan[11] ← 281;
      NadaAcuan[12] ← 301;
      NadaAcuan[13] ← 379;
      NadaAcuan[14] ← 425;
      NadaAcuan[15] ← 445;
      NadaAcuan[16] ← 561;
      NadaAcuan[17] ← 601;
      NadaAcuan[18] ← 758;
      NadaAcuan[19] ← 851;
      NadaAcuan[20] ← 891;
endif
Maks_beda_nada ← 10

If (frekuensi < NadaAcuan[nada]+Maks_beda_nada)and (frekuensi >
NadaAcuan[nada]- Maks_beda_nada)then
      If frekuensi> NadaAcuan[nada]then
            Selisih ← '+'
            Beda ← frekuensi - NadaAcuan[nada]
      Else
            Selisih ← '-'
            Beda ← NadaAcuan[nada] - frekuensi
      endif
```

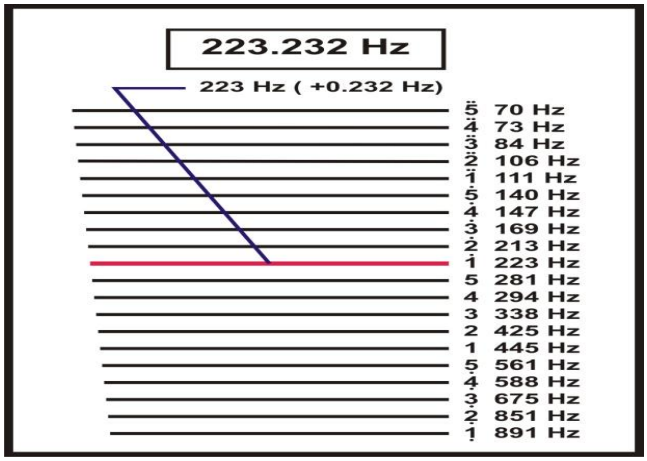
```
      output(NadaAcuan[nada],' Hz (',Selisih,beda,' Hz)')
Else
      Output(' ')
endif
EndProcedure
```

Sebagai contoh, frekuensi nada ‘Da’ kecapi pada oktaf kedua (posisi nada dihitung dari senar kecapi paling atas, nada ‘Da’ pada oktaf kedua berarti nada = 10) dengan titilaras pelog degung yang telah diperoleh frekuensinya sebesar 223,232Hz yang akan dilakukan pencocokan frekuensi menggunakan algoritma pencocokan nada.

Diketahui nada = 10, frekuensi = 223,232; dan titi laras = “pelog degung”. Nada acuan akan dilakukan pemilihan terlebih dahulu berdasarkan nada, frekuensi, dan titi laras, maka nada acuan yang didapatkan yaitu nadaAcuan[10] = 223. Karena frekuensi memiliki selisih kurang dari 10 Hz dari NadaAcuan maka akan diperoleh selisih nada:

Beda = frekuensi – NadaAcuan[nada]
= frekuensi – NadaAcuan[10]
= 223,232 - 232
= 0,232

Berikut hasil pencocokan frekuensi sinyal masukan dengan Frekuensi Nada Acuan dapat dilihat pada gambar III.10.



Gambar III.10 Gambar proses pencocokan nada kecapi

Pada pencocokan nada pada gambar III.10, dapat diketahui bahwa nada kecapi ‘Da’ dengan nada acuan kecapi ternyata memiliki frekuensi yang mendekati dengan salah satu acuan nada kecapi pada nada ‘Da’ oktaf ke-2 sehingga dapat disimpilkan bahwa nada ‘Da’ pada oktaf kedua hasil penyeteman tersebut telah selaras, dengan selisih frekuensi +0.232 Hz.

III.1.8 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun fungsi-fungsi yang terdapat di dalam sistem yang akan dibangun adalah :

1. Permainan kecapi mode 4 oktaf

   Pada mode 4 oktaf ini disediakan semua nada kecapi yaitu sebanyak 20 nada senar kecapi untuk dimainkan.
2. Permainan kecapi mode 2 oktaf

   Pada mode 2 oktaf ini disediakan 10 nada senar kecapi untuk dimainkan. Mode ini digunakan untuk mengurangi ketidak nyamanan permainan kecapi karena terlalu berdekatannya senar kecapi yang tersedia dalam mode 4 oktaf.
3. Pengaturan nada permainan

   Pengaturan nada permainan, digunakan untuk mengatur nada permainan pada mode 2 oktaf sehingga pengguna dapat memainkan semua nada seperti halnya pada mode 4 oktaf.
4. Perekaman permainan

   Perekaman permainan, digunakan untuk proses perekaman nada pada permainan kecapi.
5. Permainan kecapi mode tutorial

   Permainan kecapi mode tutorial digunakan untuk memudahkan memainkan nada kecapi, dimana akan ditunjukan posisi nada untuk memainkan suatu lagu.
6. Daftar lagu

   Daftar lagu digunakan untuk membuka lagu tutorial dan hasil perekaman.

7. Fasilitas penyeteman

   Fasilitas penyeteman digunakan untuk memudahkan pengguna untuk melkukan proses penyeteman nada alat musik kecapi.

8. Pengaturan titi laras

   Pengaturan titi laras digunakan untuk mengatur titi laras yang akan digunakan pada permainan kecapi.

9. informasi alat musik kecapi

   Informasi alat musik kecapi digunakan untuk memberikan bebagai informasi mengenai alat musik kecapi.

III.1.9 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional meliputi perspektif produk, fungsi produk, analisis kebutuhan perangkat keras, analisis kebutuhan perangkat lunak, serta analisis pengguna.

III.1.5.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi simulator kecapi ini adalah sebagai berikut :

1. Intel Pentium Core 2 Duo 2.00 GHz.
2. RAM 2 GB
3. VGA 256 MB
4. *Harddisk* 80 GB
5. Monitor
6. *Mouse*
7. *Keyboard*

Sedangkan perangkat keras yang digunakan untuk menguji langsung hasil dari aplikasi ini adalah *Smartphone* berbasis android yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Processor dengan kecepatan 1.00 GHZ
2. Android OS, v2.2 (Froyo)
3. RAM 512 MB
4. Resolusi layar 480 x 800 pixels, 7 inchi

5. *Multitouch* sampai 4 jari
6. Memiliki fasilitas *Audio Record*

III.1.5.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi simulator kecapi ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem Operasi Windows XP SP3.
2. Eclipse Helios 3.6, sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk membangun aplikasi.
3. Android SDK (*Software Development Kit*), sebagai *tools* untuk mengembangkan aplikasi android.
4. Java Development Kit versi 5 atau 6 , untuk kompilasi kode-kode program.
5. Java Runtime Edition, sebagai *platform* untuk menjalankan sistem.
6. Android Development Tool, sebagai *plugin* android pada eclipse.
7. Android Virtual *Device*, sebagai emulator untuk menjalankan sistem android.

Pada aplikasi ini dirancang dengan menggunakan Java Eclipse dengan menggunakan kelas-kelas standar untuk aplikasi GUI pada level tinggi dan level rendah. Jadi aplikasi ini dapat digunakan pada *smartphone* berbasis android dengan versi android 2.1 atau biasa dikenal dengan *Éclair*.

III.1.5.3 Analisis Pengguna

Analisis pengguna dibutuhkan sebagai kriteria yang harus dimiliki oleh pengguna agar tidak kesulitan dalam menjalankan aplikasi simulator kecapi ini. Spesifikasi pengguna dapat dilihat pada tabel III.3.

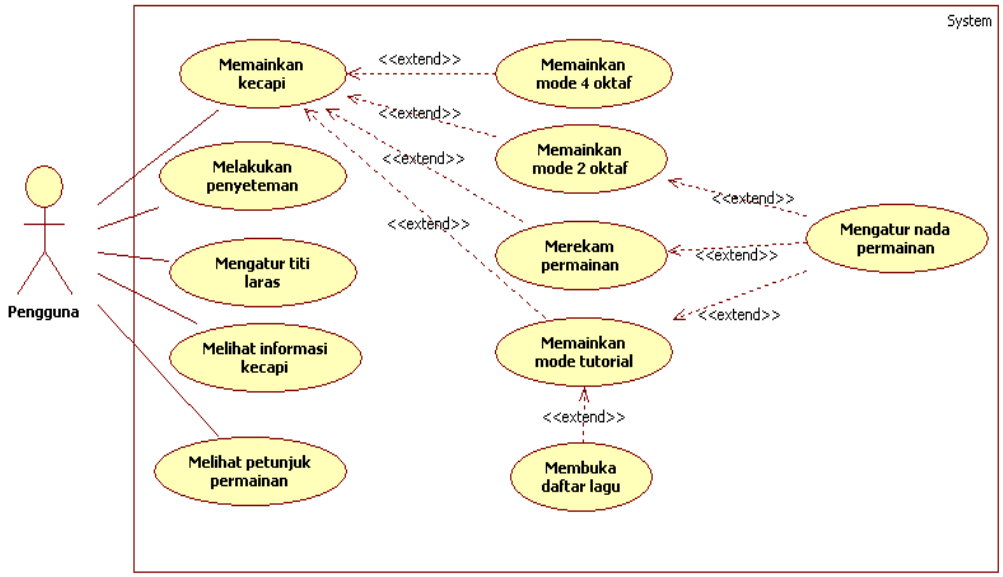
Tabel III.3 Spesifikasi Pengguna

Syarat	Pengguna
Mengerti Operasional *Smartphone* Android	√
Dapat Mengoperasikan Aplikasi pada *Smartphone* Android.	√

III.1.10 Analisis Kebutuhan Fungsional

III.1.11.1 *Use Case Diagram*

Use Case adalah deskripsi fungsi dari sebuah sistem dari perspektif pengguna. *Use Case* bekerja dengan cara mendeskripsikan tipikal interaksi antara *user* (pengguna) sebuah sistem dengan sistemnya sendiri melalui sebuah cerita bagaimana sebuah sistem dipakai. Dengan demikian secara singkat bisa dikatakan *use case* adalah serangkaian scenario yang digabungkan bersama-sama oleh tujuan umum pengguna. Rancangan use case pada aplikasi simulator kecapi dapat diihat pada gambar III.11.



Gambar III.11 *Use case* simulator kecapi

III.1.11.2 Identifikasi Aktor

Identifikasi aktor adalah Aktor yang berperan dalam menjalankan sistem, aktor yang berperan dapat dilihat pada tabel III.4.

Tabel III.4 Definisi Aktor

No	Aktor	Deskripsi
1.	Pengguna	Merupakan pengguna dari aplikasi simulator kecapi

III.1.11.3 Definisi *Use Case*

Definisi Use Case berfungsi untuk menjelaskan proses yang terdapat pada setiap Use Case.

Tabel III.5 Definisi *Use Case*

No	Use Case	Deskripsi
1.	Memainkan kecapi	Proses awal untuk memainkan permainan simulator kecapi dimana pengguna dapat memilih empat buah proses memainkan kecapi yaitu memainkan mode 4 oktaf, memainkan mode 2 oktaf, memainkan mode tutorial, dan merekam permainan
2.	Memainkan mode 4 oktaf	Proses untuk memainkan permainan simulator kecapi dengan mode 4 oktaf
3.	Memainkan mode 2 oktaf	Proses untuk memainkan permainan simulator kecapi dengan mode 2 oktaf
4.	Mengatur nada permainan	Proses untuk mengatur nada untuk dimainkan
5.	Merekam permainan	Proses untuk merekam permainan simulator kecapi
6.	Memainkan mode tutorial	Proses untuk memainkan simulator dengan mode latihan dimana diberikan petunjuk nada untuk dimainkan.
7.	Membuka daftar lagu	Proses untuk membuka daftar lagu dan hasil rekaman permainan kecapi untuk dimainkan pada mode tutorial
8.	Melakukan penyeteman	Proses untuk melakukan penyeteman nada kecapi
9.	Mengatur titi laras	Proses untuk mengatur titi laras yang digunakan dalam permainan simulator kecapi
10.	Melihat informasi kecapi	Proses untuk melihat berbagai informasi mengenai alat musik kecapi
11.	Melihat petunjuk permainan	Proses untuk melihat bagaimana cara memainkan simulator kecapi

III.1.11.4 Skenario *Use Case*

Skenario *Use Case* mendeskripsikan urutan langkah-langkah dalam proses bisnis, baik yang dilakukan aktor terhadap sistem maupun yang dilakukan oleh sistem terhadap aktor.

Tabel III.6 Skenario *Use Case* Memainkan kecapi

Identifikasi	
Nomor	1
Nama	Memainkan kecapi
Tujuan	Menampilkan halaman awal permainan kecapi dimana pengguna dapat memilih empat buah proses memainkan kecapi yaitu memainkan mode 4 oktaf, memainkan mode 2 oktaf, memainkan mode tutorial, dan merekam permainan
Deskripsi	Proses awal untuk memainkan permainan simulator kecapi dimana pengguna dapat memilih empat buah proses memainkan kecapi yaitu memainkan mode 4 oktaf, memainkan mode 2 oktaf, memainkan mode tutorial, dan merekam permainan
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	User berada di halaman menu utama aplikasi simulator kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan menu Mainkan kecapi	
	2. Menampilkan halaman permainan kecapi mode 4 oktaf
3. Jika user menekan tombol mode 2 oktaf	
	4. Menampilkan halaman permainan kecapi mode 4 oktaf
5. Jika user menekan tombol menu dan memilih mode tutorial	
	6. Menampilkan halaman permainan kecapi mode tutorial
7. Jika user menekan tombol menu dan memilih menu Perekaman nada	
	8. Menampilkan halaman permainan kecapi mode perekaman
Kondisi Akhir	Menampilkan halaman permainan kecapi sesuai mode yang dipilih

Tabel III.7 Skenario *Use Case* Memainkan mode 4 oktaf

Identifikasi	
Nomor	2
Nama	Memainkan mode 4 oktaf
Tujuan	Memainkan permainan simulator kecapi dengan mode 4 oktaf
Deskripsi	Proses untuk memainkan permainan simulator kecapi dengan mode 4 oktaf
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	User berada di halaman menu utama aplikasi simulator kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan menu Mainkan kecapi	
	2. Menampilkan halaman permainan kecapi mode 4 oktaf

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
3. Menekan tombol senar kecapi	
	4. Membunyikan nada kecapi sesuai tombol senar yang ditekan
Kondisi Akhir	Membunyikan nada permainan kecapi sesuai tombol senar yang ditekan

Tabel III.8 Skenario *Use Case* Memainkan Mode 2 Oktaf

Identifikasi	
Nomor	3
Nama	Memainkan mode 2 oktaf
Tujuan	Memainkan simulator kecapi dengan mode 2 oktaf
Deskripsi	Proses untuk memainkan permainan simulator kecapi dengan mode 2 oktaf
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi mode 4 oktaf
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan tombol mode 2 oktaf	
	2. Menampilkan halaman permainan kecapi mode 2 oktaf
3. Menekan tombol senar kecapi	
	4. Membunyikan nada kecapi sesuai tombol senar yang ditekan
Kondisi Akhir	Membunyikan nada permainan kecapi sesuai tombol senar yang ditekan
Skenario Alternatif	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi mode 4 oktaf
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan tombol menu	
	2. Menampilkan daftar menu di bagian bawah layar
3. Memilih menu mode 2 oktaf	
	4. Menampilkan halaman permainan kecapi mode 2 oktaf
5. Menekan tombol senar kecapi	
	6. Membunyikan nada kecapi sesuai tombol senar yang ditekan
Kondisi Akhir	Membunyikan nada permainan kecapi sesuai tombol senar yang ditekan

Tabel III.9 Skenario *Use Case* Mengatur Nada Permainan

Identifikasi	
Nomor	4
Nama	Mengatur nada permainan
Tujuan	Mengatur nada untuk dimainkan
Deskripsi	Proses untuk mengatur nada untuk dimainkan
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi

Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Mengatur nada untuk dimainkan	
2. Jika menekan tombol tingkatkan 1 nada	
	3. Nada permainan akan ditingkatkan 1 nada lebih tinggi
4. Jika menekan tombol tingkatkan 5 nada	
	5. Nada permainan akan ditingkatkan 5 nada lebih tinggi
6. Jika menekan tombol rendahkan 1 nada	
	7. Nada permainan akan direndahkan 1 nada lebih rendah
8. Jika menekan tombol rendahkan 5 nada	
	9. Nada permainan akan direndahkan 5 nada lebih rendah

Kondisi Akhir	Nada permainan kecapi ditingkatkan atau direndahkan

Tabel III.10 Skenario *Use Case* Merekam Permainan

Identifikasi	
Nomor	5
Nama	Merekam permainan
Tujuan	Merekam permainan simulator kecapi
Deskripsi	Proses untuk merekam permainan simulator kecapi
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi

Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan tombol menu	
	2. Menampilkan daftar menu di bagian bawah layar
3. Memilih menu Perekaman nada	
	4. Menampilkan halaman perekaman permainan kecapi
5. Menekan tombol senar kecapi yang akan direkam nadanya	

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
	6. Membunyikan nada kecapi sesuai tombol senar yang ditekan
	7. Nada yang ditekan dan temponya disimpan ke dalam database
8. Menekan tombol stop	
	9. Menampilkan validasi apakah benar akan mengakhiri perekaman
10. Jika menekan tombol Tidak	
	11. Kembali ke proses 4 (menampilkan halaman permainan kecapi)
12. Jika menekan tombol Ya	
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
	13. Mengakhiri perekaman permainan kecapi
Kondisi Akhir	Nada permainan kecapi dan temponya disimpan kedalam database

Tabel III.11 Skenario *Use Case* Memainkan Mode Tutorial

Identifikasi	
Nomor	6
Nama	Memainkan mode tutorial
Tujuan	Memainkan simulator dengan mode latihan dimana diberikan petunjuk nada untuk dimainkan
Deskripsi	Proses untuk memainkan simulator dengan mode latihan dimana diberikan petunjuk nada untuk dimainkan
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan tombol menu	
	2. Menampilkan daftar menu di bagian bawah layar
3. Memilih menu mode tutorial	
	4. Menampilkan halaman permainan kecapi mode tutorial
5. Menekan tombol senar kecapi	
	6. Membunyikan nada sesuai tombol senar kecapi yang ditekan
Kondisi Akhir	Membunyikan nada kecapi sesuai tombol senar kecapi yang ditekan

Tabel III.12 Skenario *Use Case* Membuka Daftar Lagu

Identifikasi	
Nomor	7
Nama	Membuka daftar lagu
Tujuan	Membuka daftar lagu dan hasil rekaman permainan kecapi untuk dimainkan pada mode tutorial
Deskripsi	Proses untuk membuka daftar lagu dan hasil rekaman permainan kecapi untuk dimainkan pada mode tutorial
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi mode tutorial
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan tombol daftar lagu	
	2. Menampilkan halaman daftar lagu
3. Memilih lagu untuk dimainkan dalam mode tutorial	
	4. Jika lagu yang dipilih lagu hasil perekaman, membaca nada dan tempo hasil perekaman pada database
	5. Menampilkan halaman permainan kecapi mode tutorial
6. Menekan tombol play	
	7. Jika suara tutorial tidak aktif, menampilkan letak posisi nada untuk memainkan lagu
	8. Jika suara tutorial aktif, menampilkan letak posisi nada dan membunyikan nada hasil perekaman
9. Menekan tombol senar kecapi sesuai petunjuk nada	
	10. Membunyikan nada sesuai tombol senar kecapi yang ditekan
Kondisi Akhir	Membunyikan nada kecapi sesuai tombol senar kecapi yang ditekan
Skenario Alternatif	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi mode tutorial
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan tombol menu	
	2. Menampilkan daftar menu di bagian bawah layar
3. Memilih menu Daftar lagu	
	4. Menampilkan halaman daftar lagu
5. Memilih lagu untuk dimainkan dalam mode tutorial	
	6. Jika lagu yang dipilih lagu hasil perekaman, membaca nada dan tempo hasil perekaman pada database
	7. Menampilkan halaman permainan kecapi mode tutorial
8. Menekan tombol play	
	9. Jika suara tutorial tidak aktif, menampilkan letak posisi nada untuk memainkan lagu

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
	10. Jika suara tutorial aktif, menampilkan letak posisi nada dan membunyikan nada hasil perekaman
11. Menekan tombol senar kecapi sesuai petunjuk nada	
	12. Membunyikan nada sesuai tombol senar kecapi yang ditekan
Kondisi Akhir	Membunyikan nada kecapi sesuai tombol senar kecapi yang ditekan

Tabel III.13 Skenario *Use Case* Melakukan Penyeteman Kecapi

Identifikasi	
Nomor	8
Nama	Melakukan penyeteman kecapi
Tujuan	Melakukan penyeteman nada kecapi
Deskripsi	Proses untuk melakukan penyeteman nada kecapi
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	User berada di halaman menu utama aplikasi simulator kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan menu Setem senar kecapi	
	2. Menampilkan halaman penyeteman kecapi
	3. Mendeteksi suara disekitar perangkat android
4. Membunyikan senar dari alat musik kecapi yang akan dilakukan penyeteman	
	5. Mengecek frekuensi suara yang dihasilkan
	6. Jika frekuensi tidak sesuai dengan frekuensi nada kecapi, Menampilkan frekuensi yang dihasilkan suara
	7. Jika frekuensi sesuai dengan salah satu frekuensi nada kecapi, Menampilkan frekuensi yang dihasilkan suara dan posisi senar yang sedang dilakukan penyeteman
Kondisi Akhir	Menampilkan frekuensi yang dihasilkan suara dan posisi senar yang sedang dilakukan penyeteman
Skenario Alternatif	
Kondisi Awal	User berada di halaman penyeteman kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan tombol senar kecapi yang akan dilakukan penyeteman	
	2. Merubah frekuensi nada acuan yang digunakan menjadi hanya 1 nada sesuai nada yang dipilih untuk dilakukan penyeteman
	3. Menampilkan frekuensi yang sesuai dengan nada yang akan dilakukan penyeteman
	4. Mendeteksi suara disekitar perangkat android

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
5. Membunyikan senar dari alat musik kecapi yang akan dilakukan penyeteman	
	6. Mengecek frekuensi suara yang dihasilkan
	7. Jika frekuensi tidak sesuai dengan frekuensi nada kecapi, Menampilkan frekuensi yang dihasilkan suara
	8. Jika frekuensi sesuai dengan frekuensi nada kecapi, Menampilkan frekuensi yang dihasilkan suara dan posisi senar yang sedang dilakukan penyeteman
Kondisi Akhir	Menampilkan frekuensi yang dihasilkan suara dan posisi senar yang sedang dilakukan penyeteman

Tabel III.14 Skenario *Use Case* Mengatur Titi Laras Permainan

Identifikasi	
Nomor	9
Nama	Mengatur titi laras permainan
Tujuan	Mengatur titi laras nada permainan kecapi
Deskripsi	Proses untuk mengatur titi laras yang digunakan dalam permainan simulator kecapi
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Pengguna berada di halaman permainan kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan menu Pengaturan	
	2. Menampilkan halaman pengaturan titi laras
3. Memilih titi laras yang akan digunakan	
	4. Jika titi laras yang dipilih adalah pelog degung, mengganti Titi laras permainan yang digunakan menjadi titi laras pelog degung
	5. Jika titi laras yang dipilih adalah pelog degung, mengganti Titi laras permainan yang digunakan menjadi titi laras pelog degung
Kondisi Akhir	Titi laras permainan kecapi diubah sesuai titi laras yang dipilih user

Tabel III.15 Skenario Use Case Melihat Informasi Kecapi

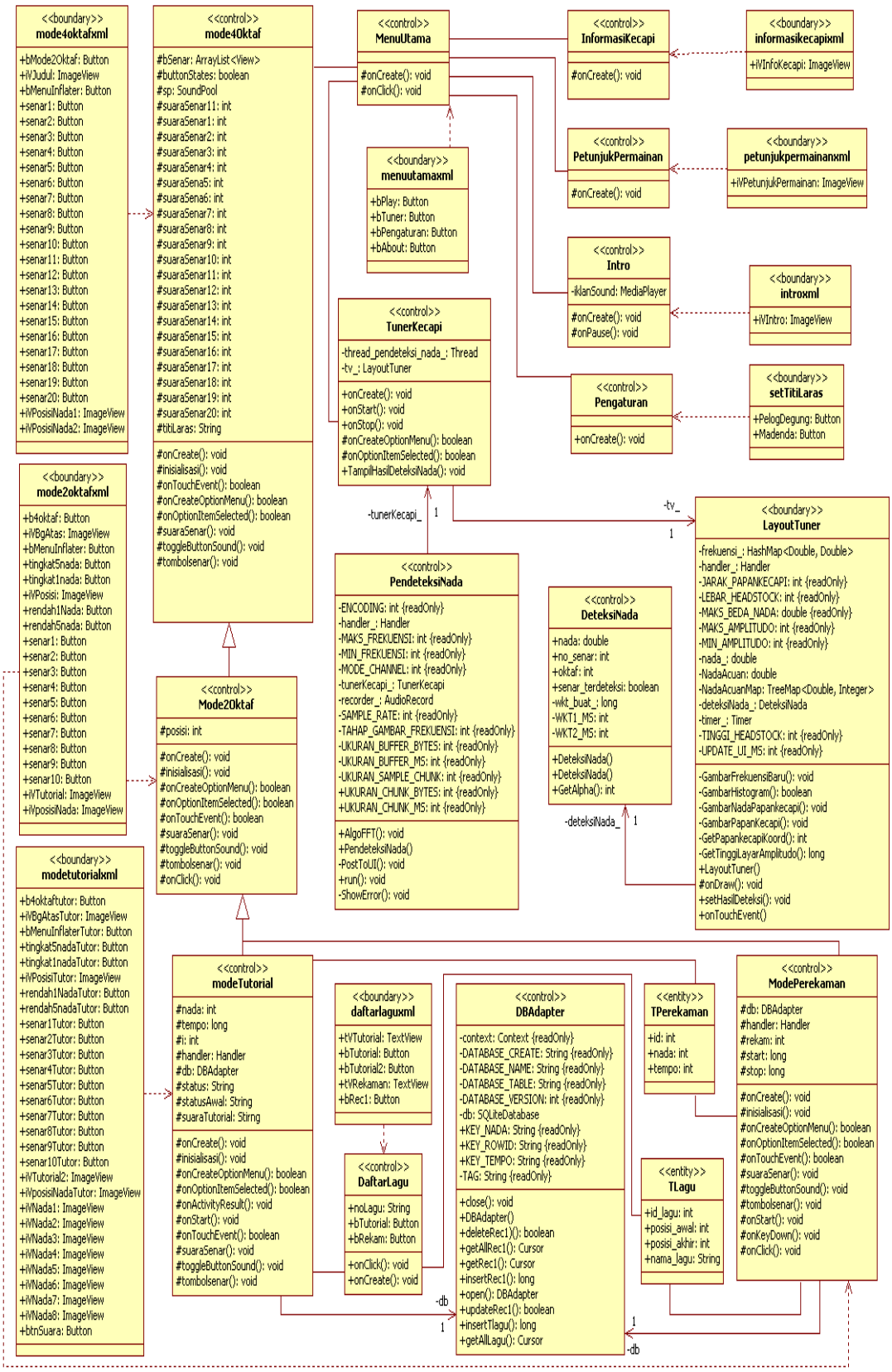
Identifikasi	
Nomor	10
Nama	Melihat informasi Kecapi
Tujuan	Melihat berbagai informasi mengenai alat musik kecapi
Deskripsi	Proses untuk melihat berbagai informasi mengenai alat musik kecapi
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	User berada di menu utama aplikasi simulator kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan menu Informasi kecapi	
	2. Sistem akan menampilkan halaman informasi kecapi
Kondisi Akhir	Menampilkan halaman informasi kecapi

Tabel III.16 Skenario *Use Case* Melihat Petunjuk Permainan

Identifikasi	
Nomor	11
Nama	Melihat petunjuk permainan
Tujuan	Melihat petunjuk bagaimana memainkan simulator kecapi
Deskripsi	Proses untuk melihat petunjuk bagaimana memainkan simulator kecapi
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	User berada di menu utama aplikasi simulator kecapi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
1. Menekan menu Petunjuk Permainan	
	2. Sistem akan menampilkan halaman Petunjuk permainan
Kondisi Akhir	Menampilkan halaman informasi kecapi

III.1.11.5 *Class Diagram*

Class Diagram menggambarkan struktur dan hubungan antar objek-objek yang ada pada sistem. Struktur itu meliputi atribut-atribut dan metode-metode yang ada pada masing-masing *class*. Hubungnnya dari masing-masing *class* yang ada tersebut digambarkan seperti pada gambar III.12.



Gambar III.12 *Class diagram* aplikasi simuator kecapi

III.1.11.6 Deskripsi *Class Diagram*

Berikut adalah deskripsi dari *Class Diagram* pada aplikasi simulator kecapi:

Tabel III.17 Deskripsi *Class Diagram*

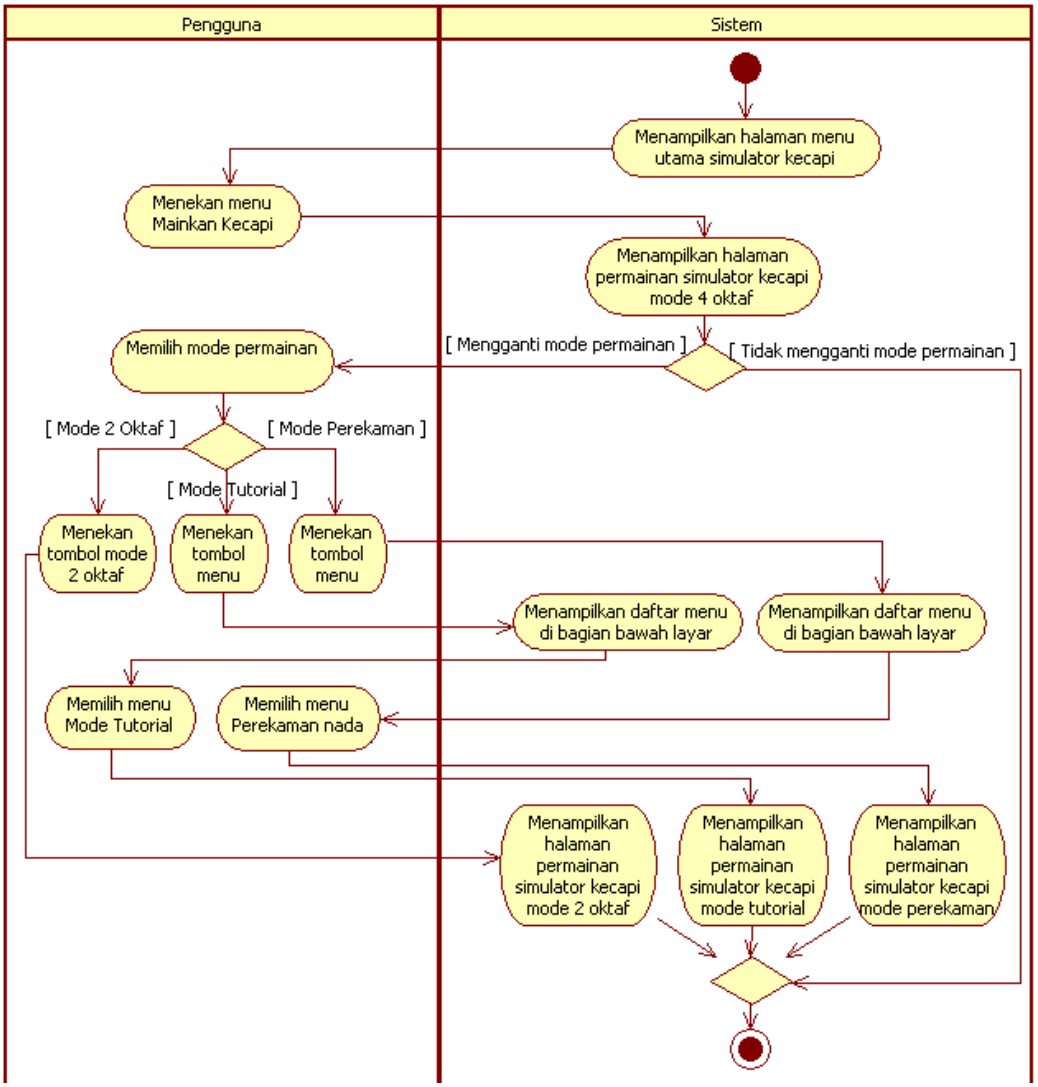
Nama Kelas	Jenis Kelas	Deskripsi
MenuUtama	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan sebagai menu utama untuk menghubungkan dengan kelas-kelas lain
Intro	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan untuk menampilkan intro sebelum memasuki halaman menu utama
Pengaturan	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan untuk pengaturan titi laras pada permainan simulator kecapi
InformasiKecapi	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan untuk menampilkan halaman informasi kecapi
Mode4Oktaf	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan untuk menampilkan halaman permainan kecapi mode 4 oktaf
Mode2Oktaf	*Control*	Merupakan kelas turunan dari kelas Mode4Oktaf yang digunakan untuk menampilkan halaman permainan kecapi mode 2 oktaf
ModeTutorial	*Control*	Merupakan kelas turunan dari kelas Mode2Oktaf yang digunakan untuk menampilkan halaman permainan kecapi mode tutorial
DaftarLagu	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan untuk menampilkan halaman daftar lagu yang berisi daftar lagu tutorial dan daftar hasil perekaman untuk dimainkan pada mode tutorial
ModePerekaman	*Control*	Merupakan kelas turunan dari kelas Mode2Oktaf yang digunakan untuk melakukan perekaman nada permainan kecapi yang akan disimpan dalam TPerekaman
DBAdapter	*Control*	Merupakan kelas utilitas untuk koneksi ke basis data dan melakukan *query*
TunerKecapi	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan untuk menangani proses penyeteman nada kecapi
PendeteksiNada	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas TunerKecapi untuk mendeteksi nada yang dihasilkan oleh suara alat music kecapi dan menghitung frekuensi yang dihasilkan
DeteksiNada	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan kelas LayoutTuner untuk mendeteksi frekuensi baru
PetunjukPermainan	*Control*	Merupakan kelas yang digunakan untuk menampilkan halaman petunjuk permainan
menuutamaxml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas MenuUtama untuk menampilkan halaman menu utama aplikasi

Nama Kelas	Jenis Kelas	Deskripsi
mode4oktafxml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas Mode4Oktaf untuk menampilkan halaman permainan kecapi mode 4 oktaf
mode2oktafxml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas Mode2Oktaf, dan ModePerekaman untuk menampilkan halaman permainan kecapi mode 2 oktaf, mode tutorial, dan mode perekaman kecapi
modetutorialxml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas ModeTutorial untuk menampilkan halaman permainan kecapi mode tutorial
introxml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas Intro untuk menampilkan halaman intro sesaat sebelum memasuki halaman menu utama
informasikecapixml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas InformasiKecapi untuk menampilkan halaman informasi kecapi
daftarlaguxml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas DaftarLagu untuk menampilkan halaman informasi kecapi
LayoutTuner	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas TunerKecapi untuk menampilkan halaman penyeteman nada kecapi, kelas ini juga digunakan untuk membandingkan frekuensi yang diperoleh dengan nada acuan kecapi
petunjukpermainanxml	*Boundary*	Merupakan kelas yang digunakan oleh kelas PetunjukPermainan untuk menampilkan halaman petunjuk permainan
TPerekaman	*Entity*	Merupakan kelas data yang digunakan untuk menyimpan data nada dan tempo dari hasil perekaman permainan
TLagu	*Entity*	Merupakan kelas data yang digunakan untuk menyimpan data lagu dari hasil perekaman permainan

III.1.11.7 *Activity Diagram*

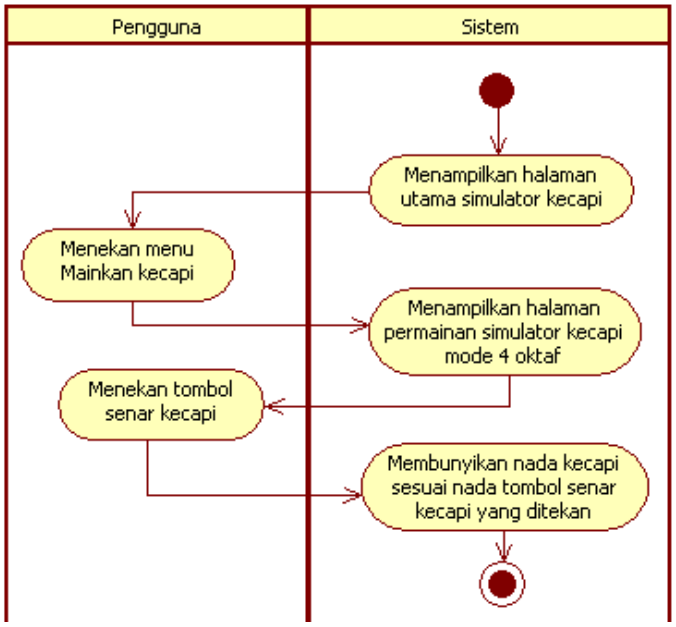
Activity diagram adalah teknik untuk mendeskripsikan logika procedural, proses bisnis dan aliran kerja dari urutan aktivitas dalam suatu proses yang mengacu pada *use case diagram*.

III.1.11.7.1 *Activity Diagram* Memainkan Kecapi



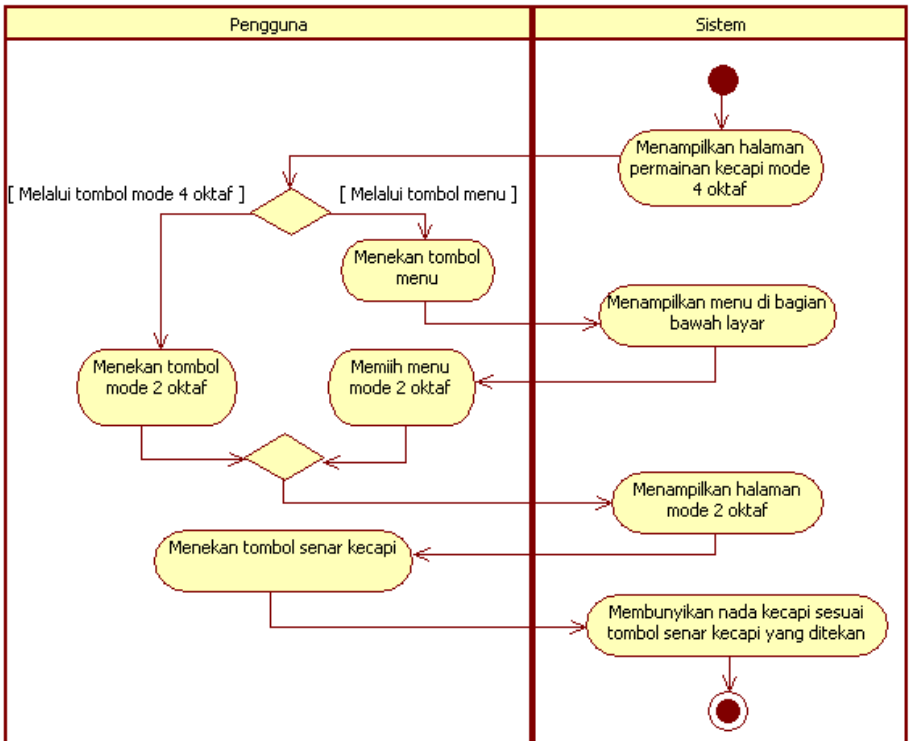
Gambar III.13 *Activity diagram* memainkan kecapi

III.1.11.7.2 *Activity Diagram* Memainkan Mode 4 Oktaf



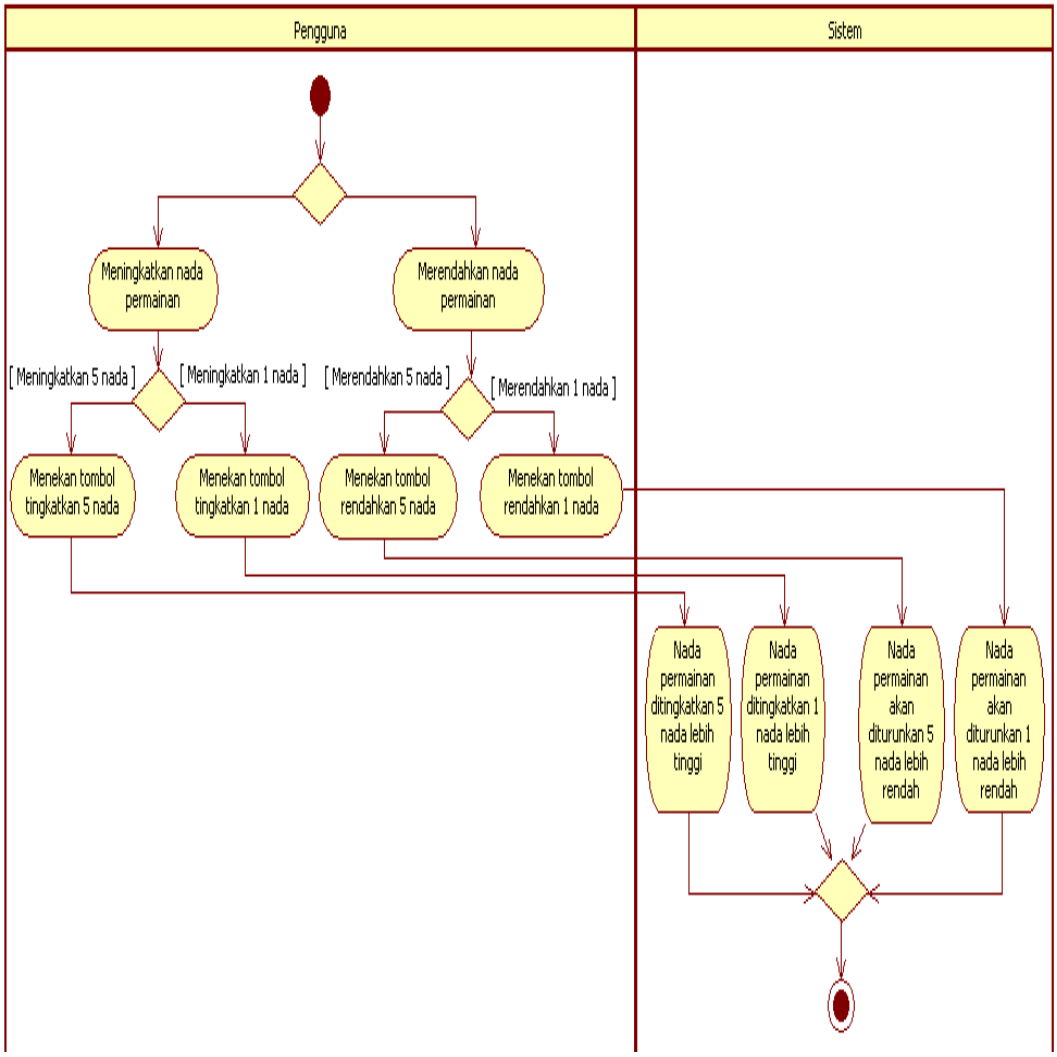
Gambar III.14 *Activity diagram* memainkan mode 4 oktaf

III.1.11.7.3 *Activity Diagram* Memainkan Mode 2 Oktaf



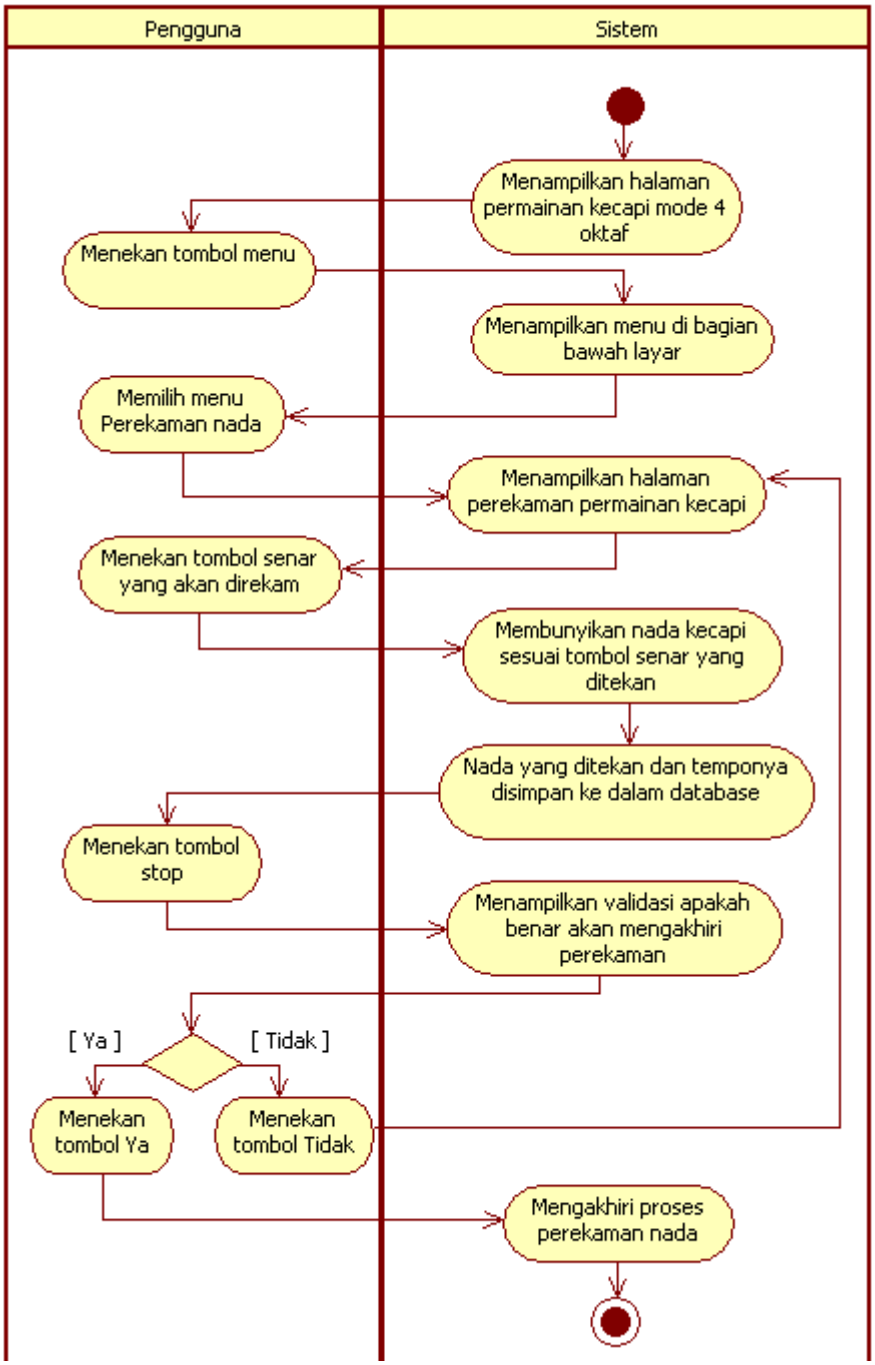
Gambar III.15 *Activity diagram* memainkan mode 2 oktaf

III.1.11.7.4 *Activity Diagram* Mengatur Nada Permainan



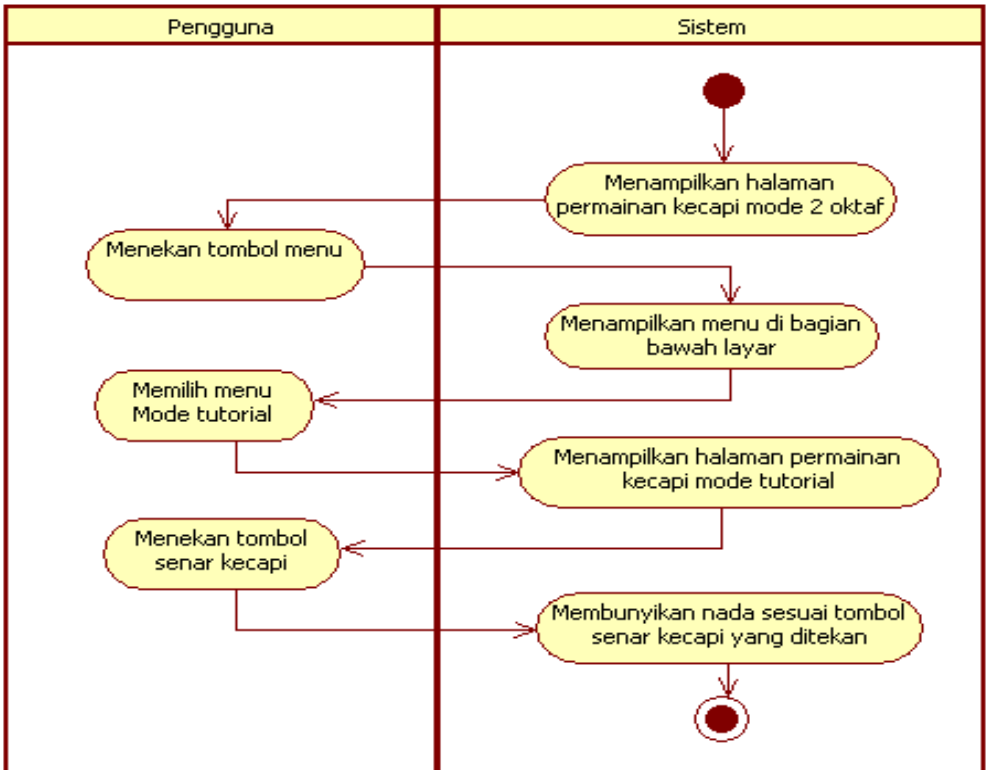
Gambar III.16 *Activity diagram* mengatur nada permainan

III.1.11.7.5 *Activity Diagram* Merekam Permainan



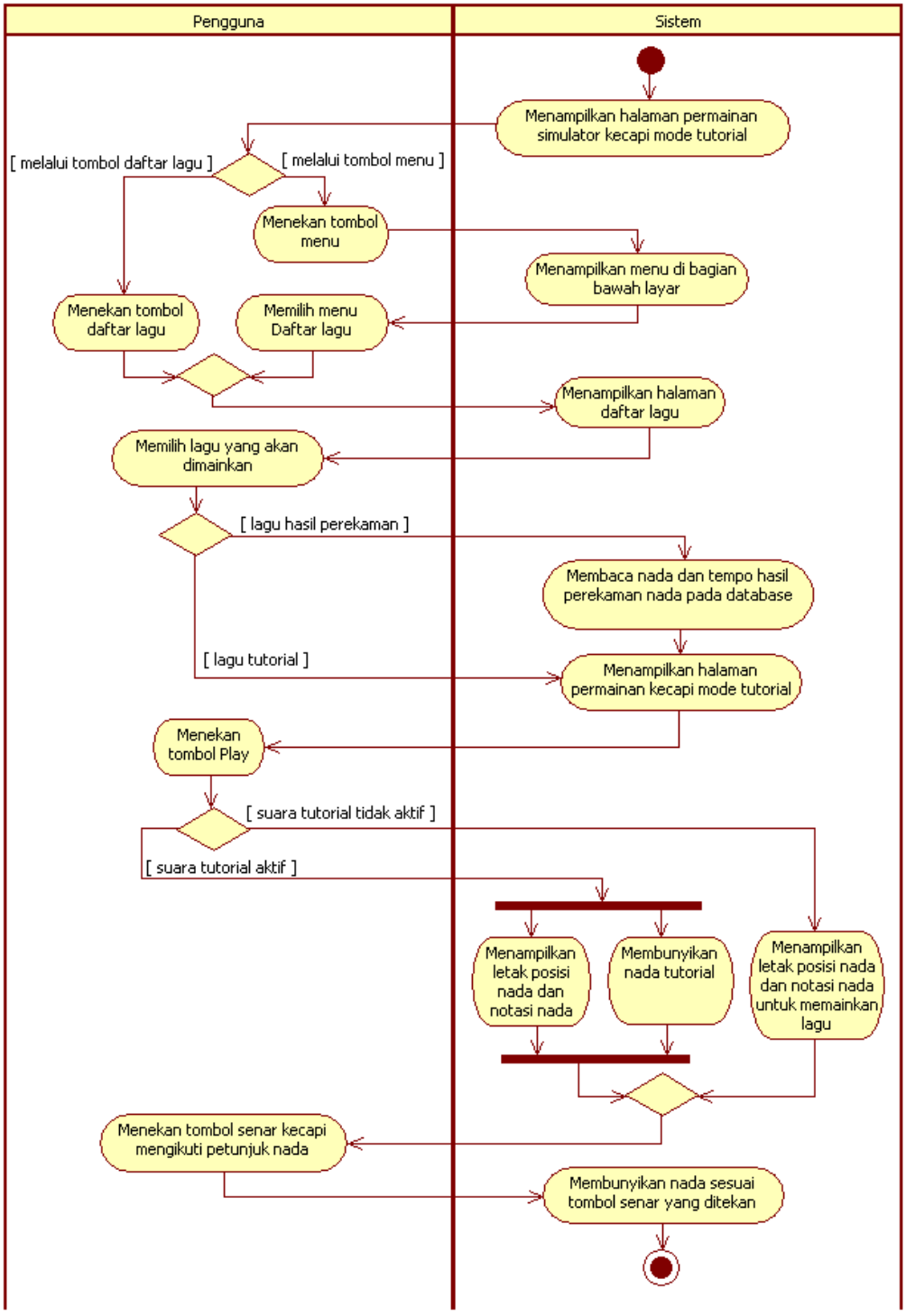
Gambar III.17 *Activity diagram* merekam permainan

III.1.11.7.6 *Activity Diagram* Memainkan Mode Tutorial



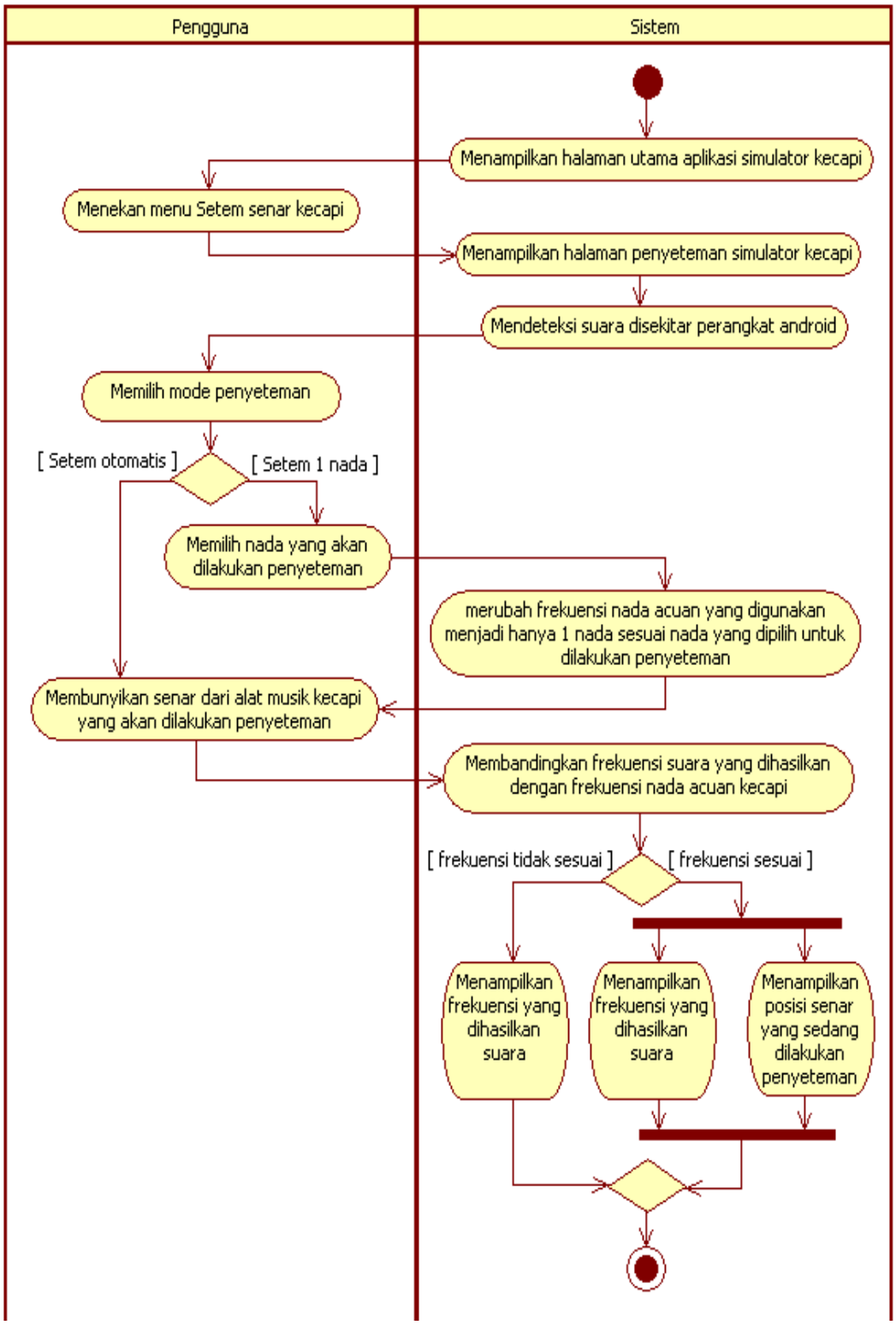
Gambar III.18 *Activity diagram* memainkan mode tutorial

III.1.11.7.7 *Activity Diagram* Membuka Daftar Lagu



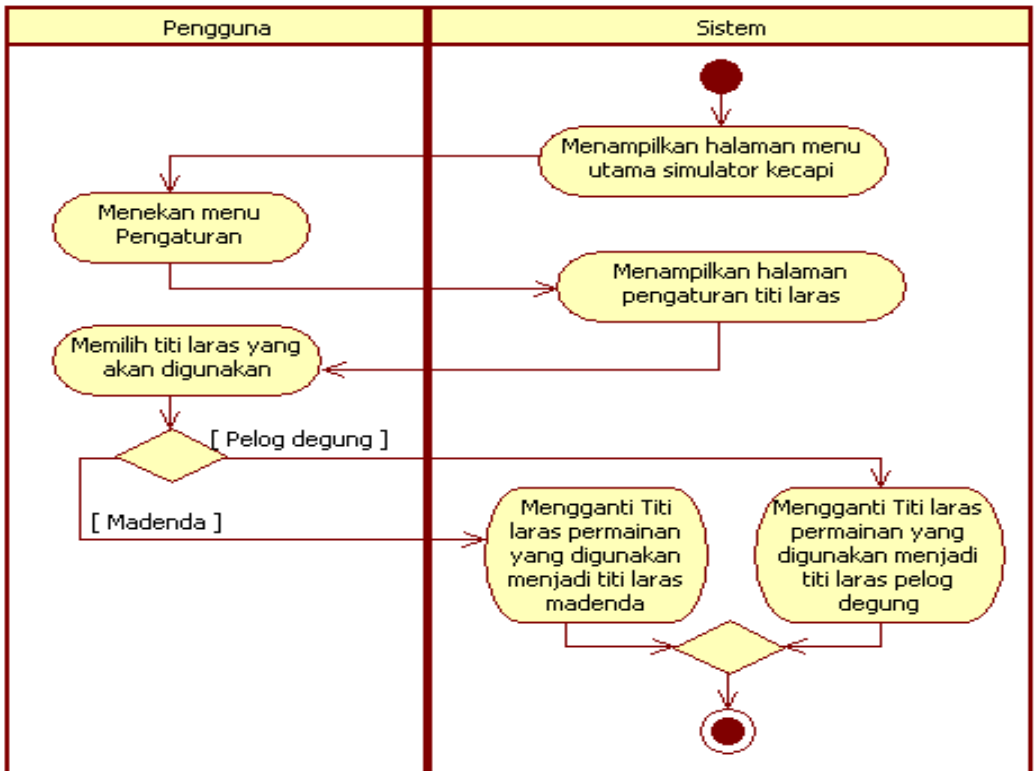
Gambar III.19 *Activity diagram* membuka daftar lagu

III.1.11.7.8 *Activity Diagram* Melakukan Penyeteman



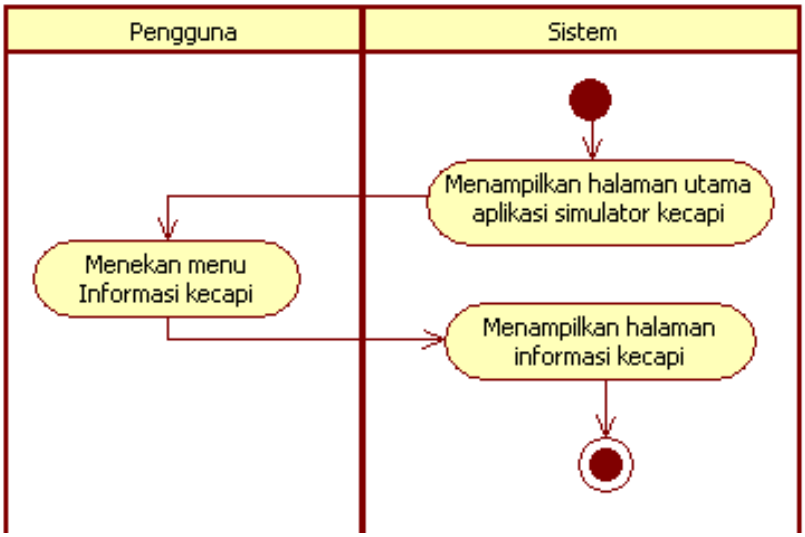
Gambar III.20 *Activity diagram* melakukan penyeteman

III.1.11.7.9 *Activity Diagram Mengatur Titi Laras*



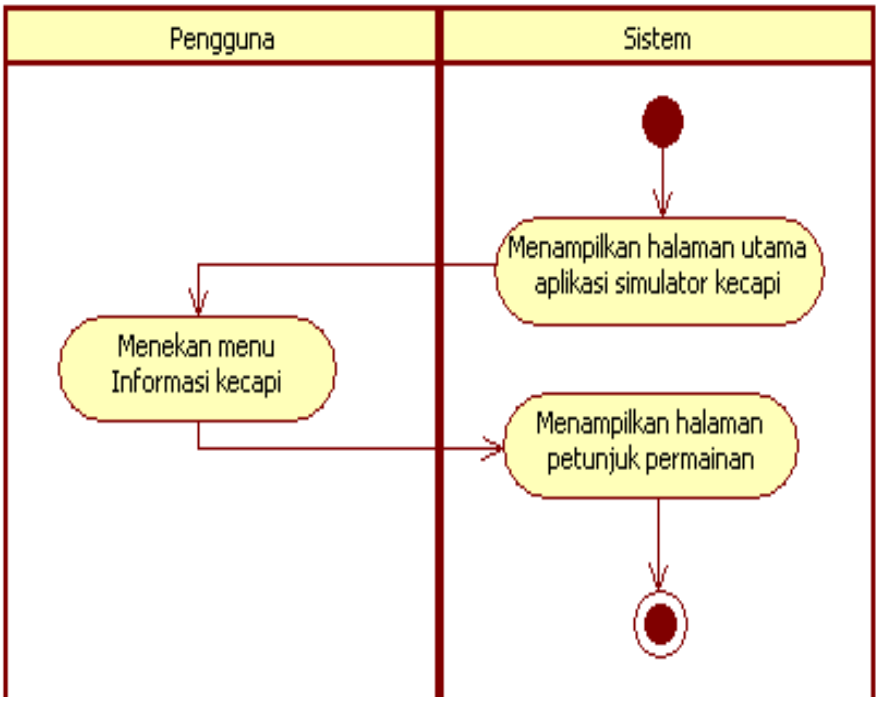
Gambar III.21 *Activity diagram* mengatur titi laras

III.1.11.7.10 *Activity Diagram* Melihat Informasi Kecapi



Gambar III.22 *Activity diagram* melihat informasi kecapi

III.1.11.7.11 *Activity Diagram* Melihat Petunjuk Permainan

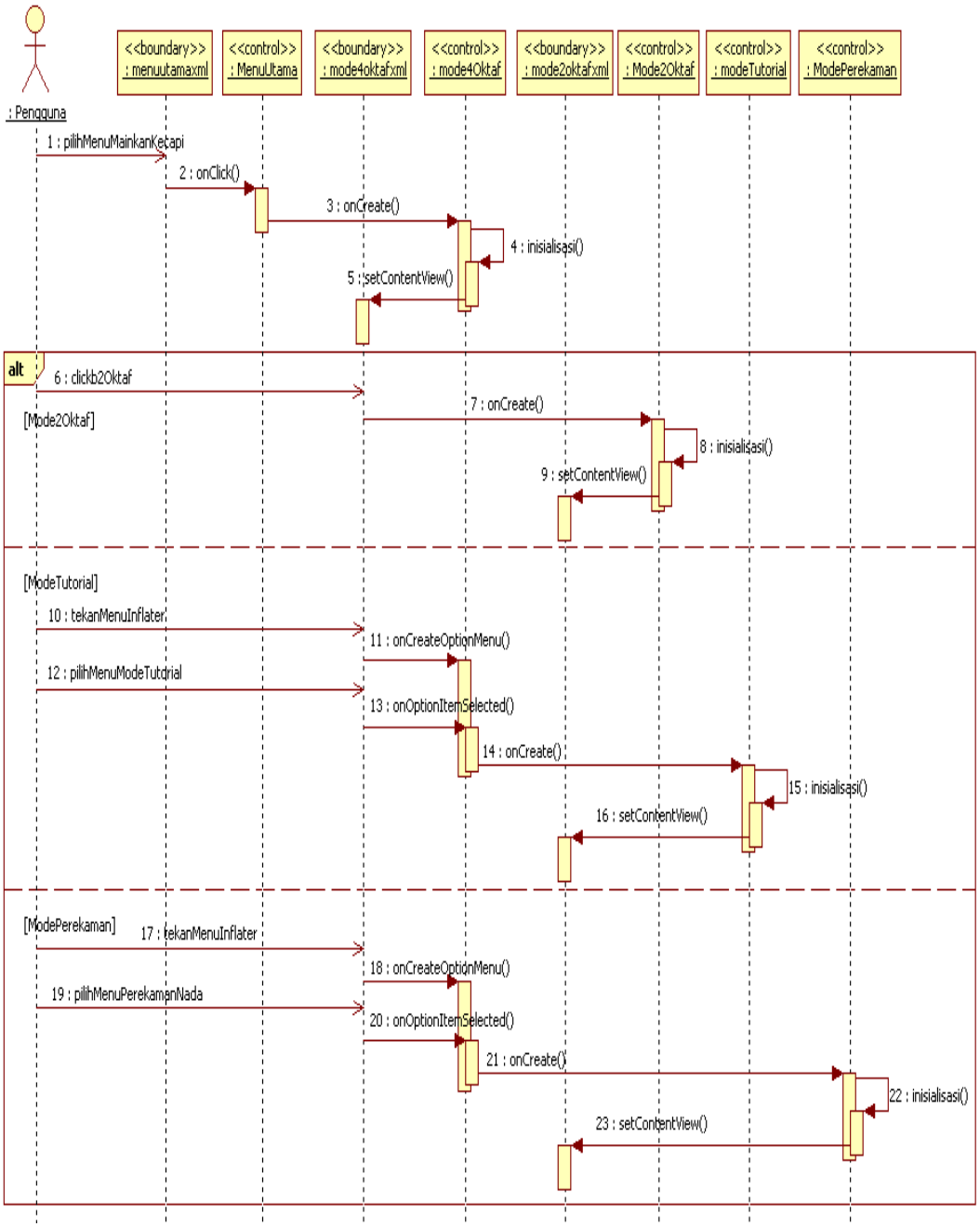


Gambar III.23 *Activity diagram* melihat petunjuk permainan

III.1.11.8 *Sequence Diagram*

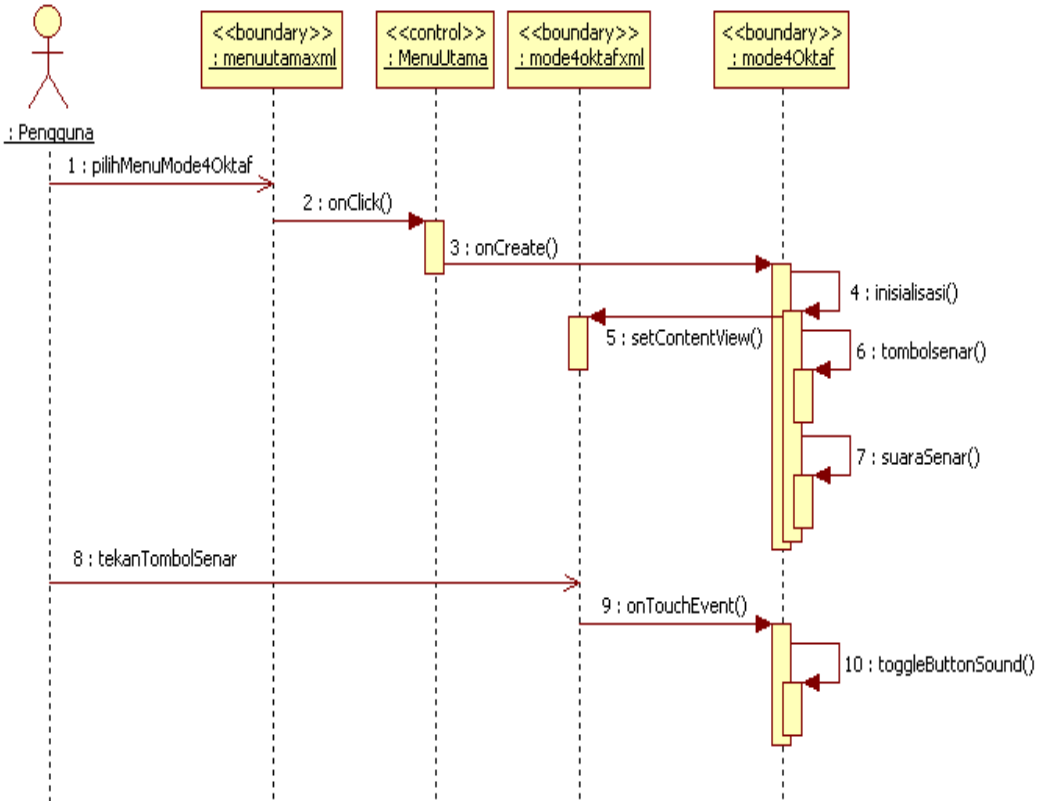
Sequence diagram menggambarkan interaksi antar masing-masing objek pada setiap *use case* dalam urutan waktu. Interaksi ini berupa pengiriman serangkaian data antar objek-objek yang saling berinteraksi.

III.1.11.8.1 *Sequence Diagram* Memainkan Kecapi



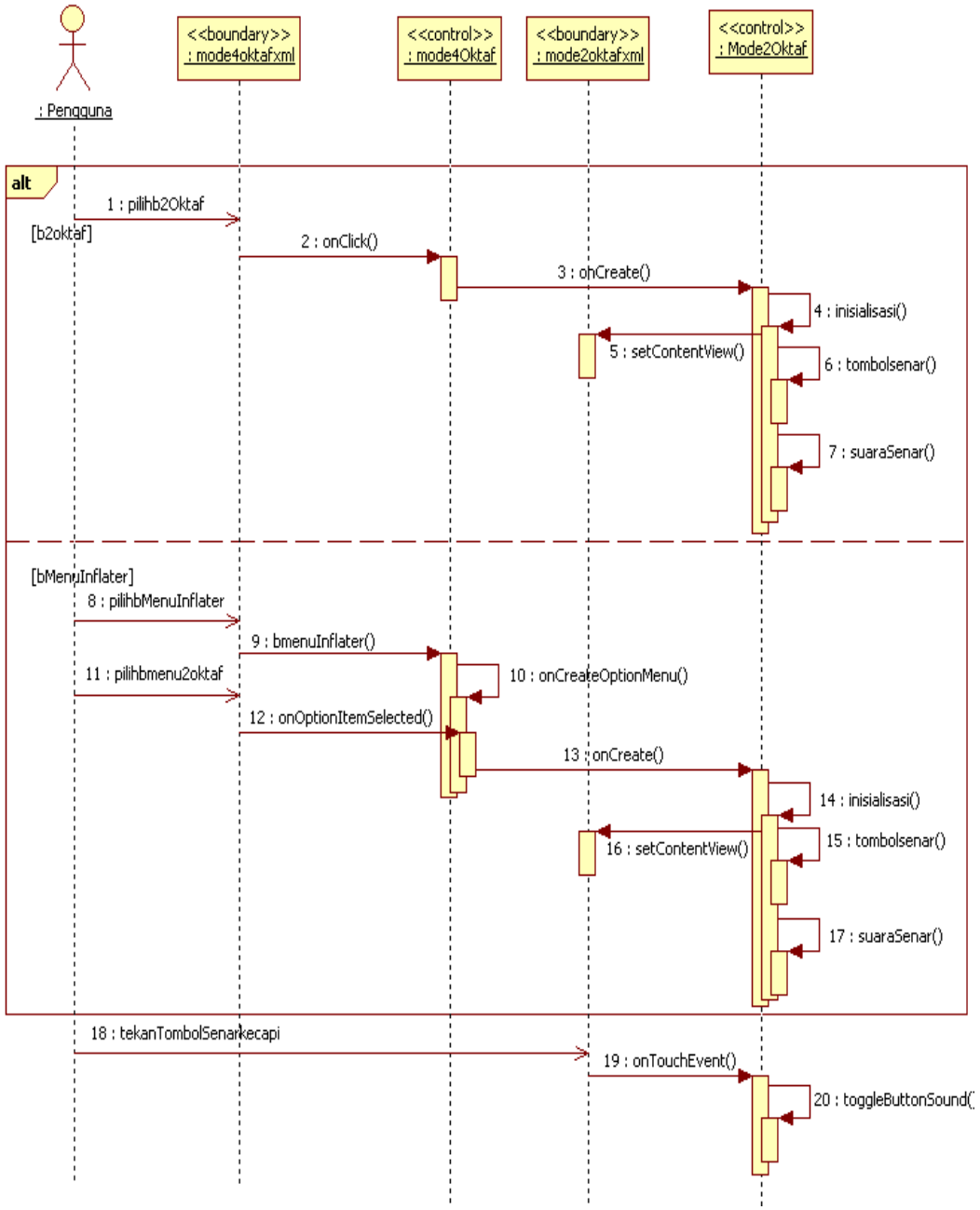
Gambar III.24 *Sequence diagram* memainkan kecapi

III.1.11.8.2 *Sequence Diagram* Memainkan Mode 4 Oktaf



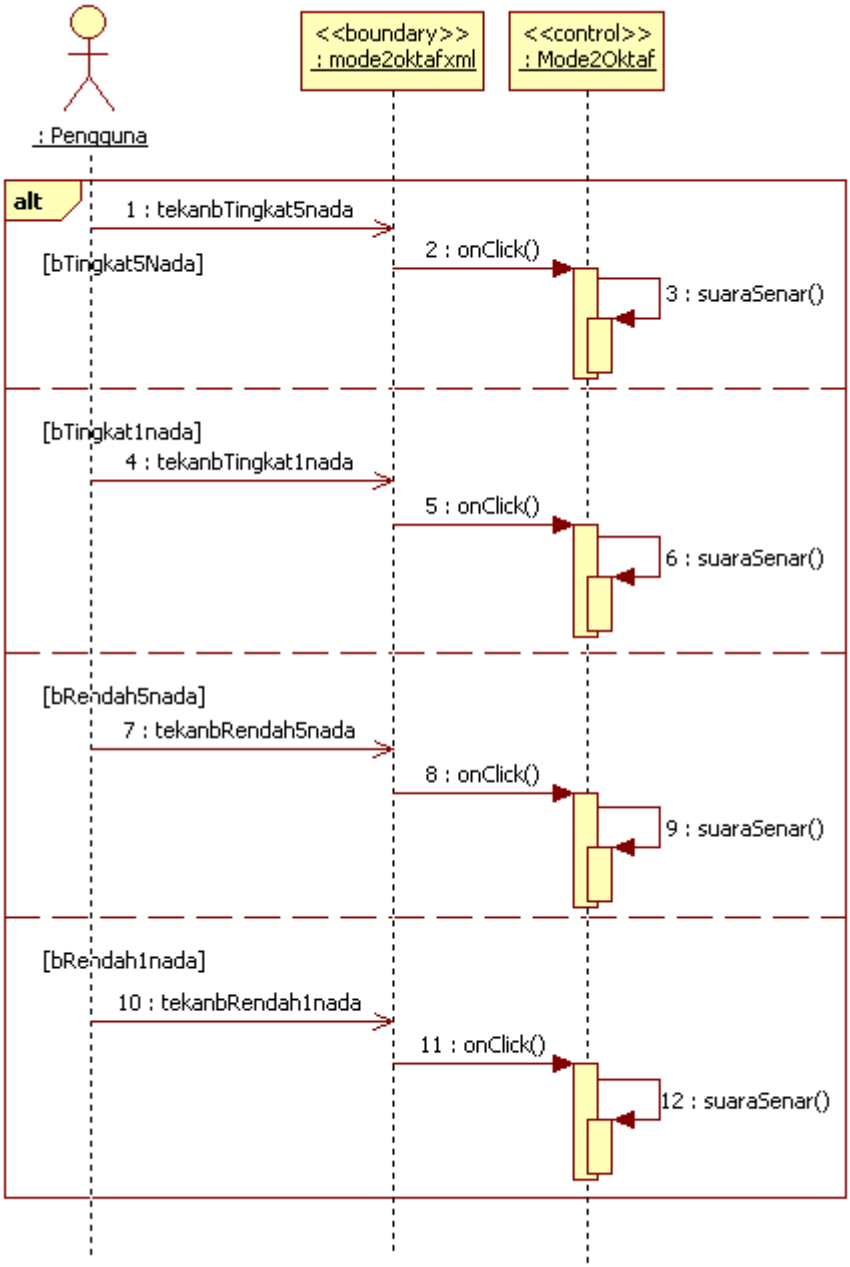
Gambar III.25 *Sequence diagram* memainkan mode 4 oktaf

III.1.11.8.3 *Sequence Diagram* Memainkan Mode 2 Oktaf



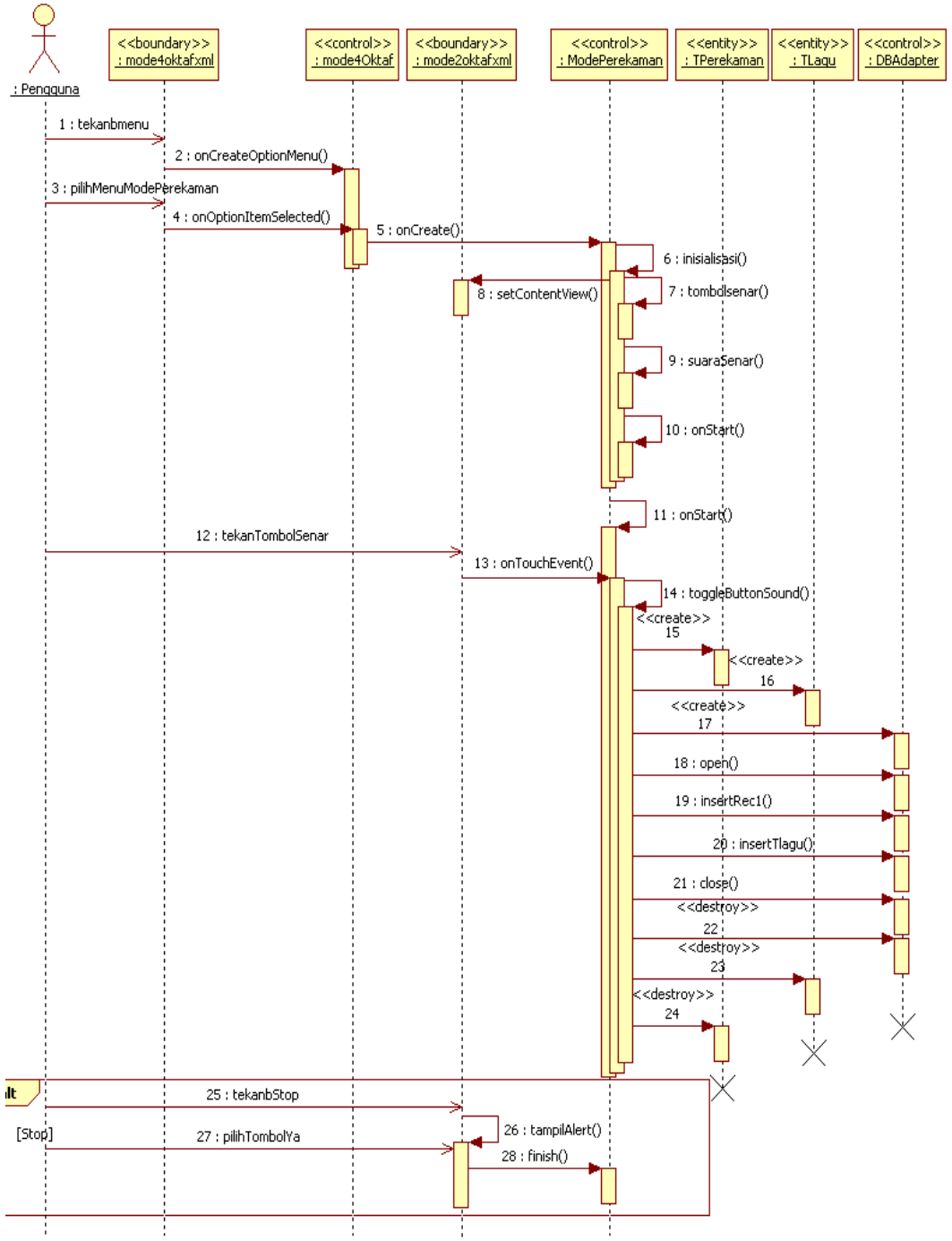
Gambar III.26 *Sequence diagram* memainkan mode 4 oktaf

III.1.11.8.4 *Sequence Diagram Mengatur Nada Permainan*



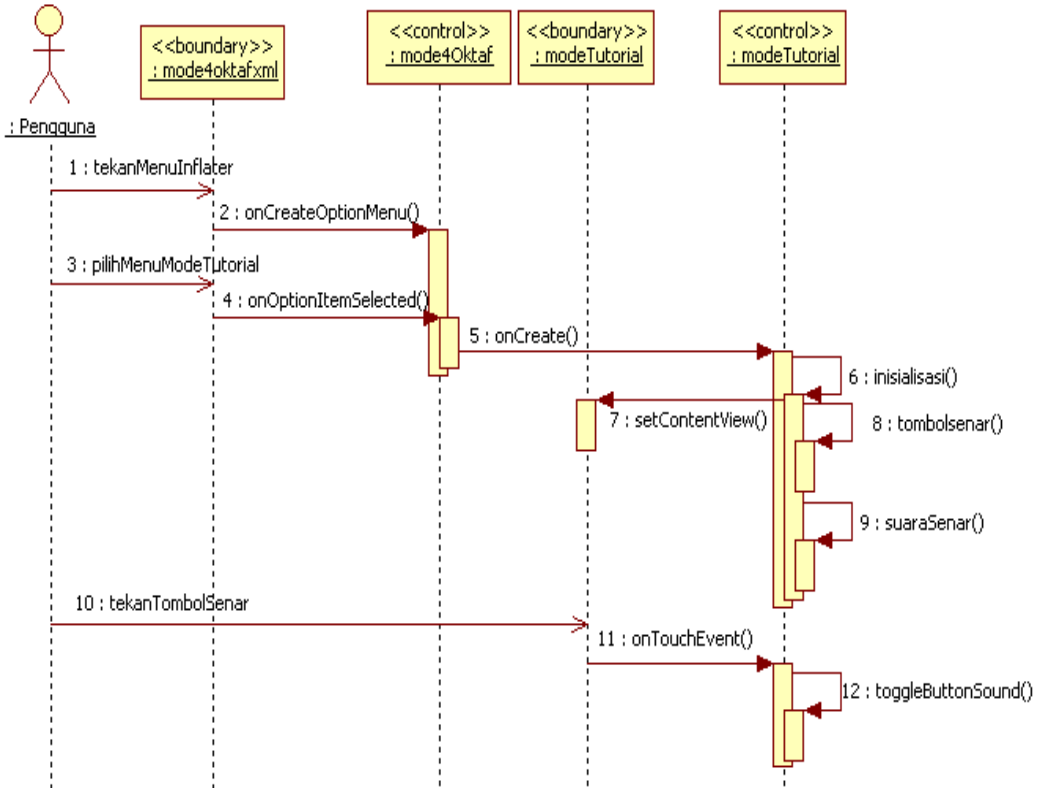
Gambar III.27 *Sequence diagram* mengatur nada permainan

III.1.11.8.5 *Sequence Diagram* Merekam Permainan



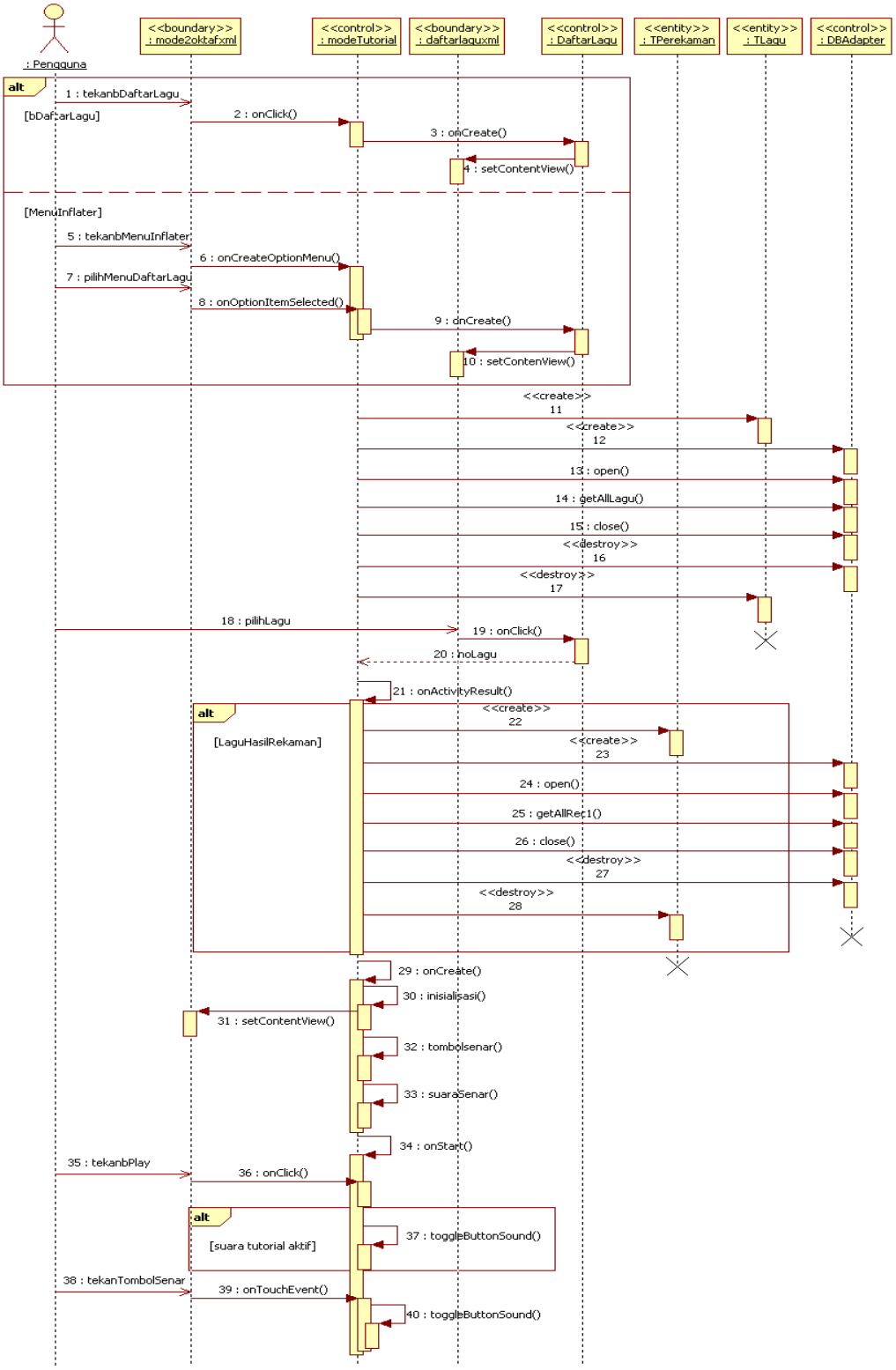
Gambar III.28 *Sequence diagram* merekam permainan

III.1.11.8.6 *Sequence Diagram* Memainkan Mode Tutorial



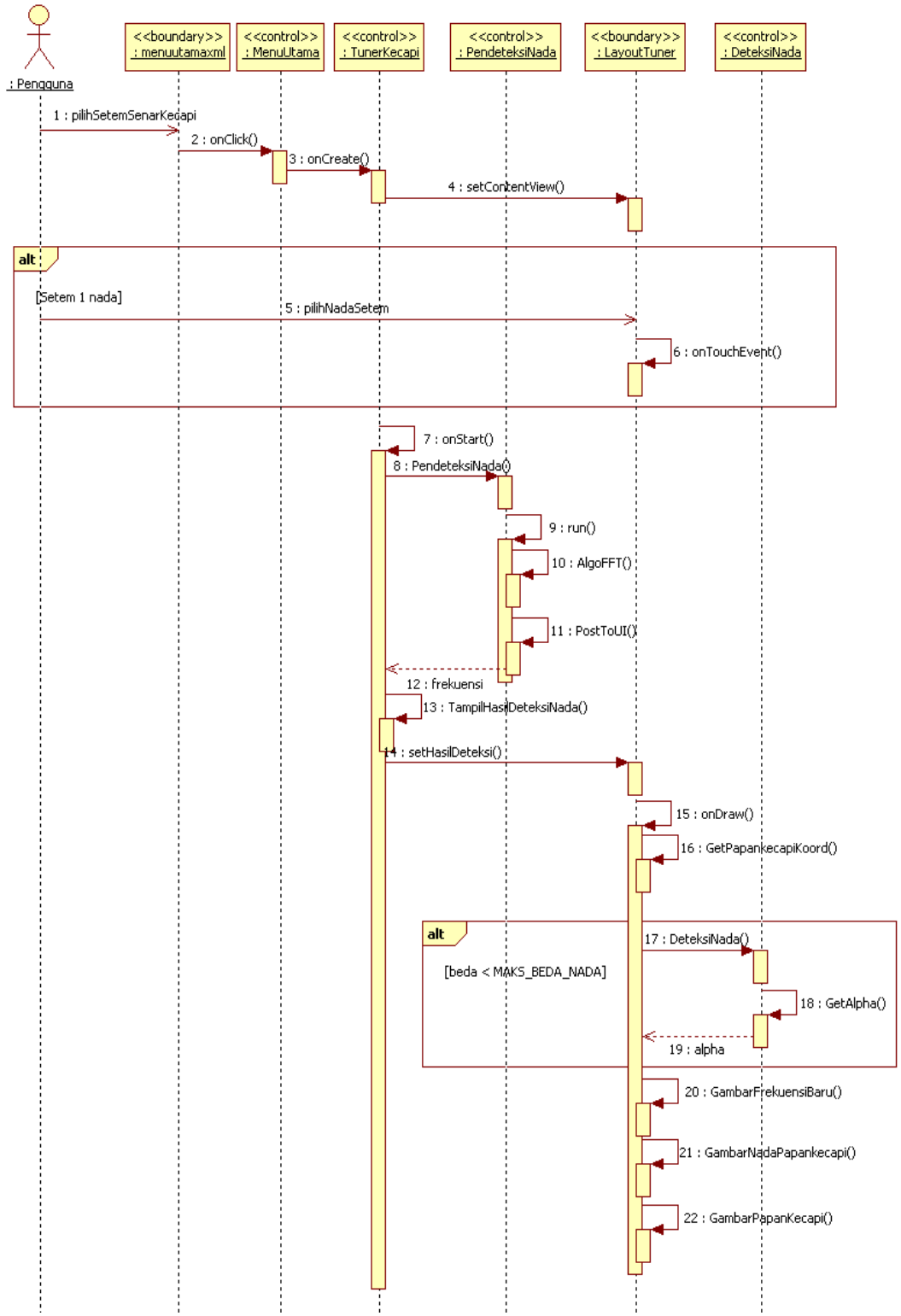
Gambar III.29 *Sequence diagram* memainkan mode tutorial

III.1.11.8.7 *Sequence Diagram* Membuka Daftar Lagu



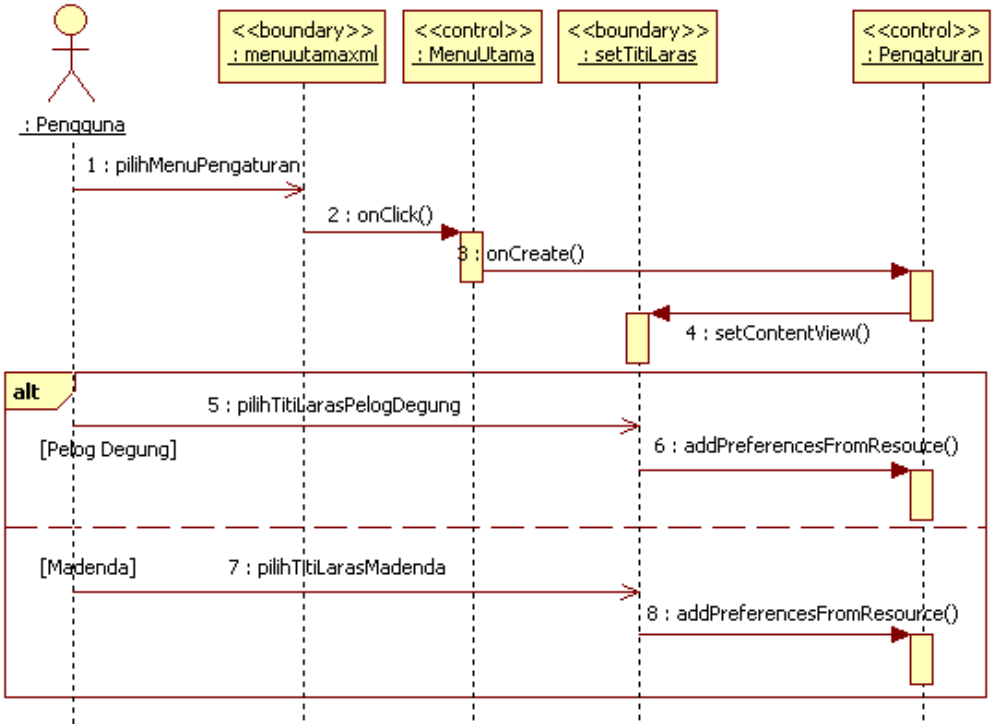
Gambar III.30 *Sequence diagram* membuka daftar lagu

III.1.11.8.8 *Sequence Diagram* Melakukan Penyeteman



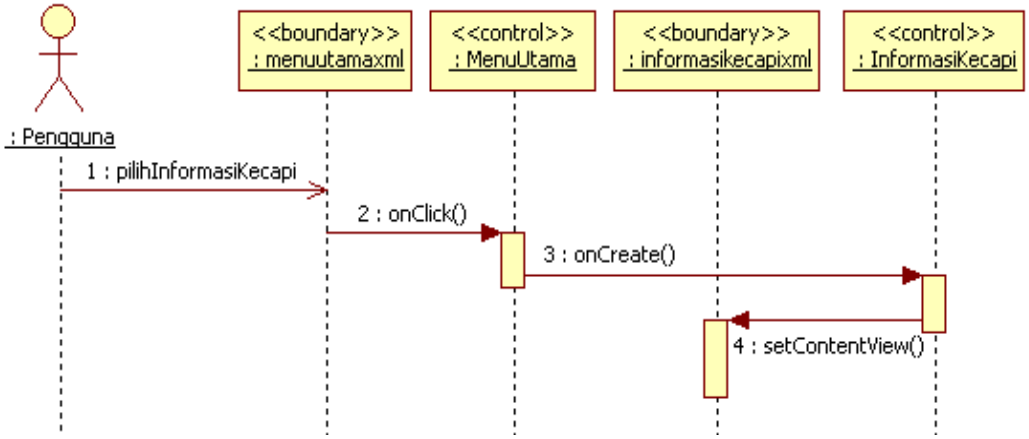
Gambar III.31 *Sequence diagram* melakukan penyeteman

III.1.11.8.9 *Sequence Diagram Mengatur Titi Laras*



Gambar III.32 *Sequence diagram* mengatur titi laras

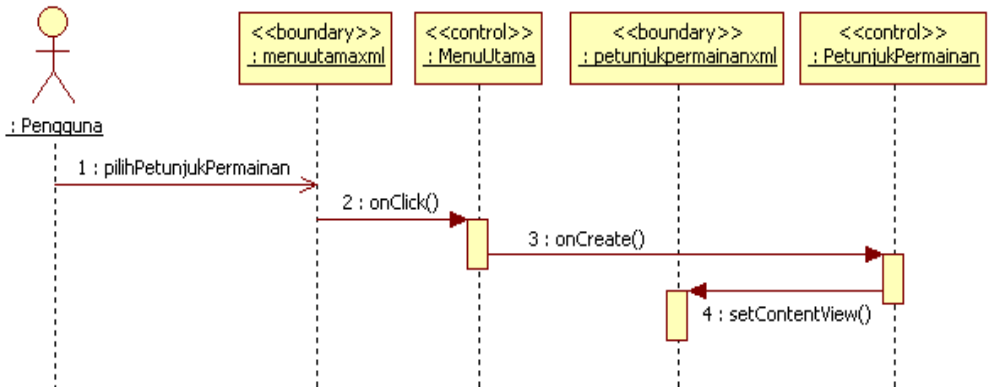
III.1.11.8.10 *Sequence Diagram* melihat informasi kecapi



Gambar III.33 *Sequence diagram* melihat informasi kecapi

\

III.1.11.8.11 *Sequence Diagram* Melihat Petunjuk Permainan



Gambar III.34 *Sequence diagram* melihat petunjuk permainan

III.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan penggambaran, perencanaan, dan pembuatan dari beberapa elemen sistem yang terpisah ke dalam suatu kesatuan model yang utuh berdasarkan analisis sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Tahapan perancangan pembangunan aplikasi Simulator kecapi ini meliputi perancangan basis data / file, perancangan struktur menu, perancangan antarmuka, dan jaringan semantik.

III.2.1 Perancangan Basis Data / File

Perancangan basis data / file merupakan tahapan untuk memetakan model konseptual ke model basis data yang akan digunakan. Perancangan basis data dari aplikasi Simulator kecapi ini merupakan perancangan struktur tabel dari tabel perekaman dan tabel lagu. Struktur tabel TPerekaman dan TLagu ini menggambarkan detail tabel yang berisi field, tipe data, dan keterangan lainnya. Berikut ini gambaran struktur tabel perekaman dan tabel lagu yang terlihat pada tabel III.18 dan tabel III.19.

Tabel III.18 Perancangan Data TPerekaman

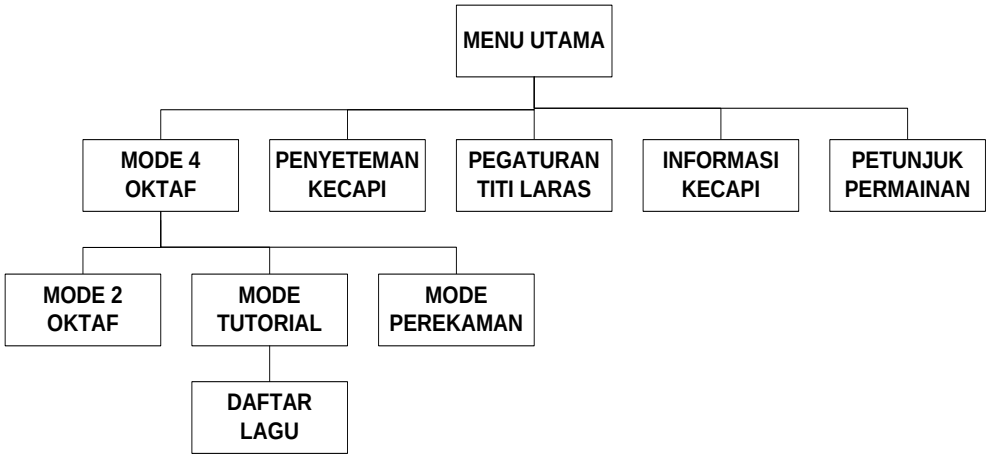
Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id	Int	*Primary Key*
nada	Int	
tempo	Int	

Tabel III.19 Perancangan Data TLagu

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_lagu	Int	*Primary key*
posisi_awal	Int	
posisi_akhir	Int	
Nama_lagu	String	

III.2.2 Perancangan Struktur Menu

Perancangan struktur menu merupakan gambaran jalur penggunaan aplikasi. Perancangan struktur menu dari aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.35.



Gambar III.35 Struktur menu aplikasi simulator kecapi

III.2.3 Perancangan Antar Muka

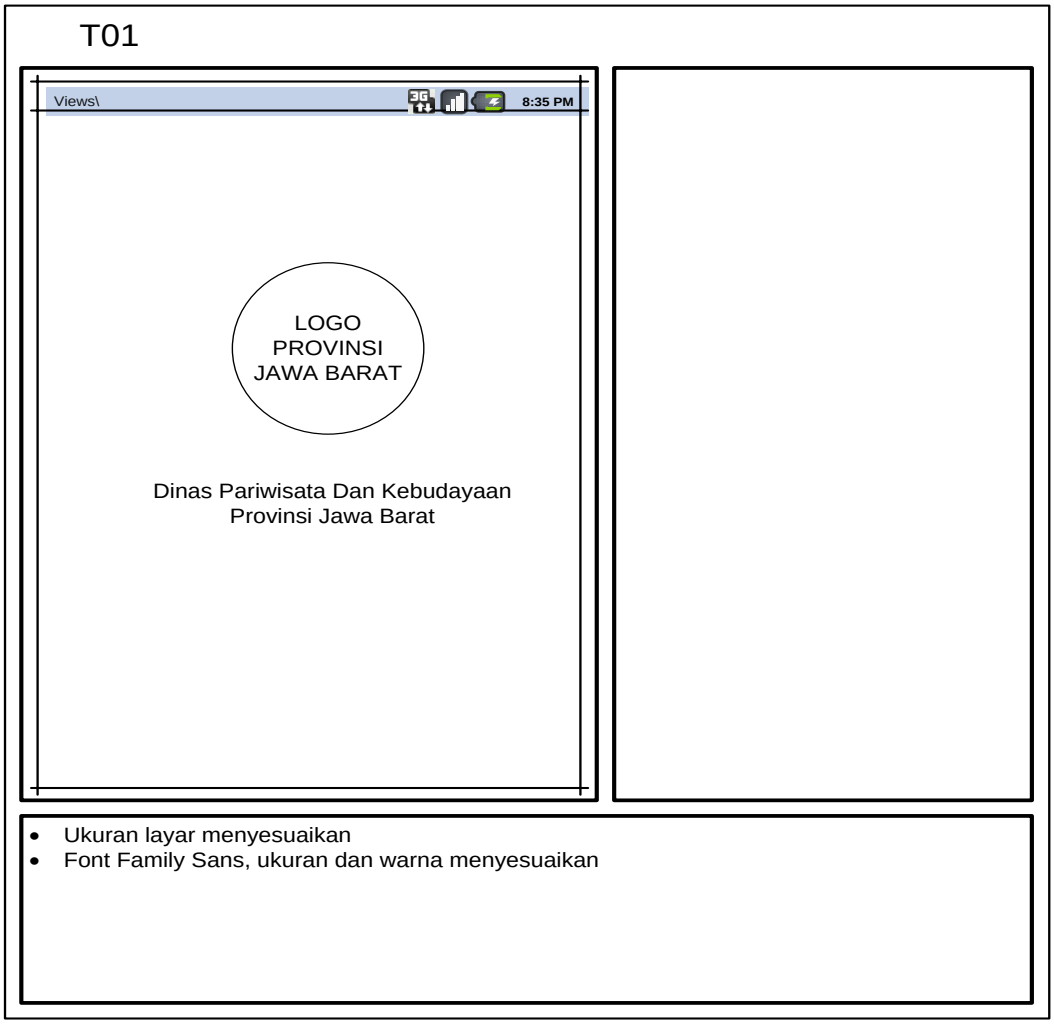
Perancangan antarmuka mendeskripsikan rencana tampilan dari setiap halaman yang akan digunakan pada aplikasi Simulator kecapi. Perancangan antarmuka pada aplikasi Simulator kecapi terdiri dari perancangan halaman, perancangan pesan, perancangan menu, dan perancangan dialog.

III.2.3.1 Perancangan Halaman

Perancangan halaman mendeskripsikan rencana tampilan dari setiap halaman yang akan digunakan pada tampilan aplikasi Simulator kecapi. Berikut ini gambaran dari perancangan antarmuka aplikasi Simulator kecapi.

III.2.3.1.1 Perancangan Halaman Intro

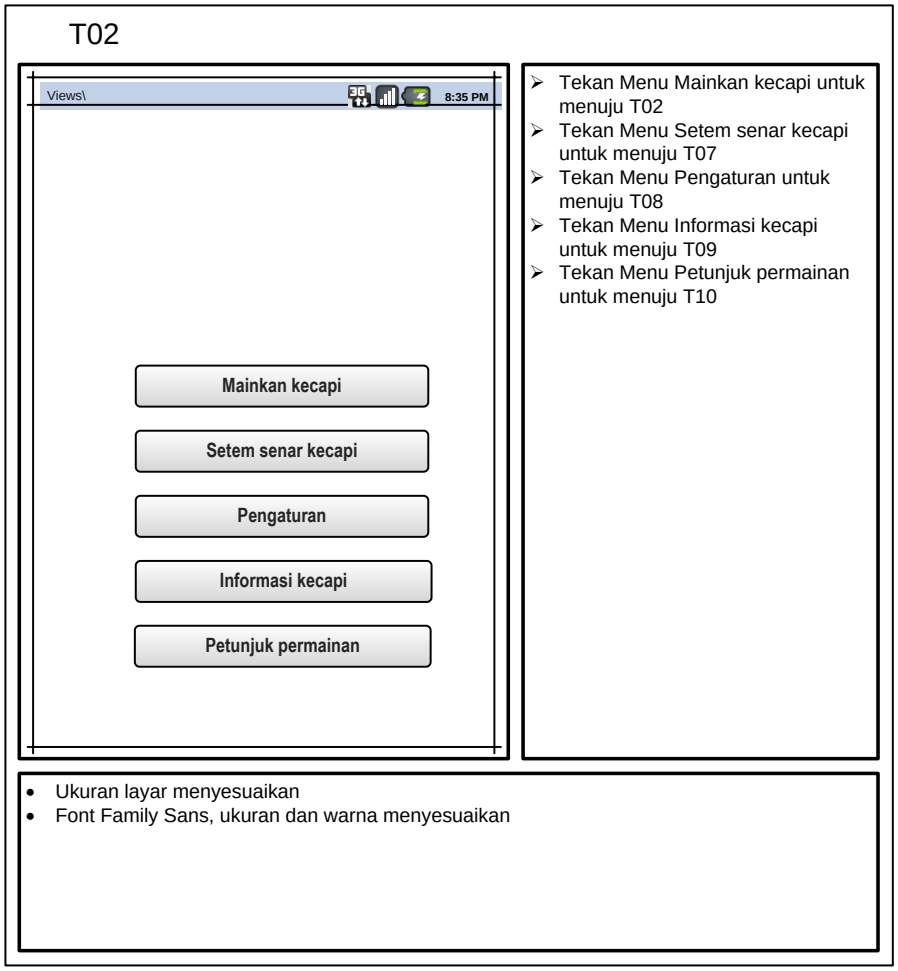
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman intro pada aplikasi simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.36. Sebelum menampilkan halaman utama pada aplikasi simulator kecapi, akan ditampilkan selama beberapa detik halaman intro.



Gambar III.36 Perancangan halaman intro

III.2.3.1.2 Perancangan Halaman Menu Utama

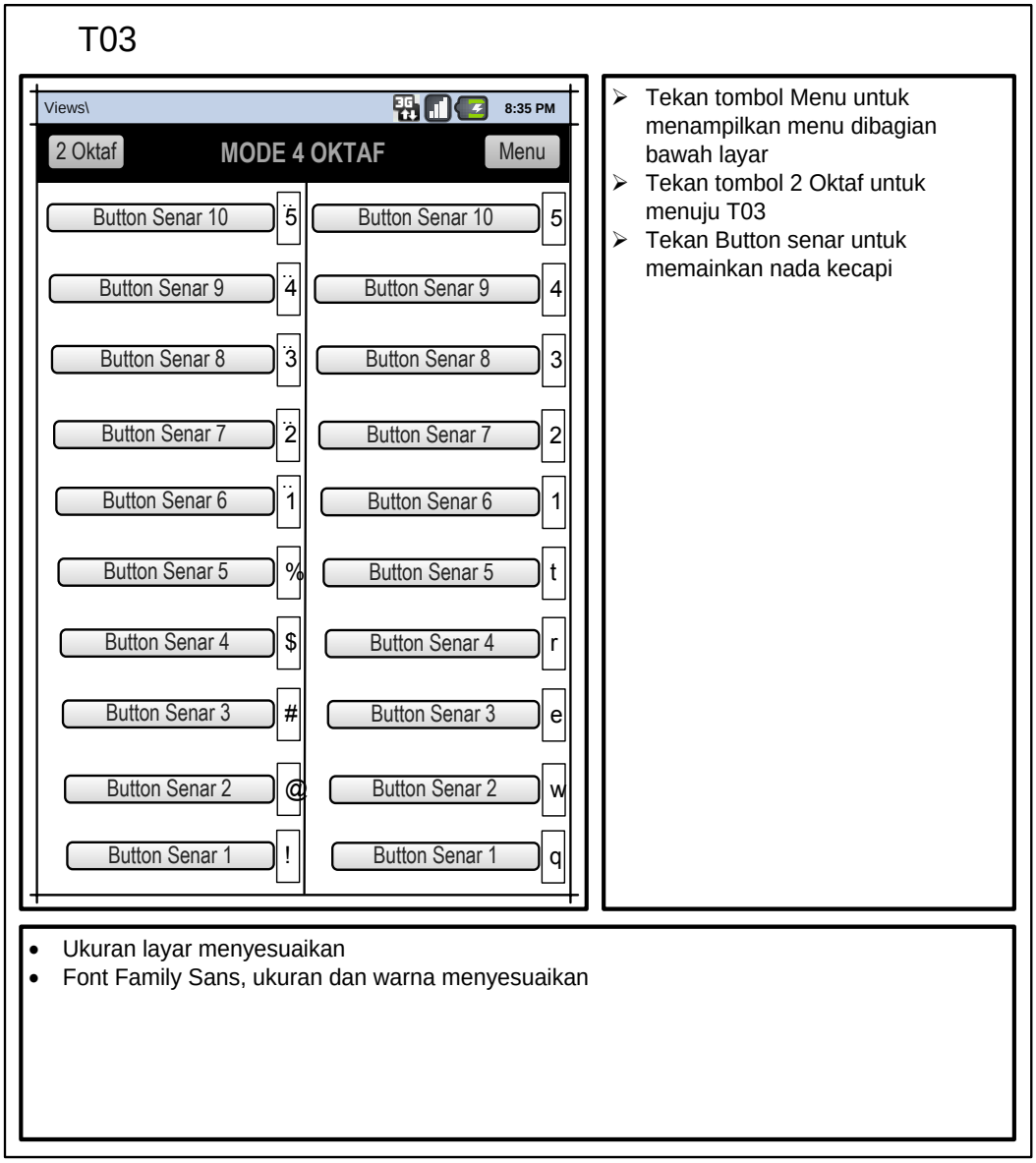
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman menu utama pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.37. Pada perancangan halaman menu utama ini, terdapat 5 menu yaitu menu mainkan kecapi, setem senar kecapi, pengaturan, informasi kecapi, petunjuk permainan.



Gambar III.37 Perancangan halaman menu utama

III.2.3.1.3 Perancangan Halaman Mode 4 Oktaf

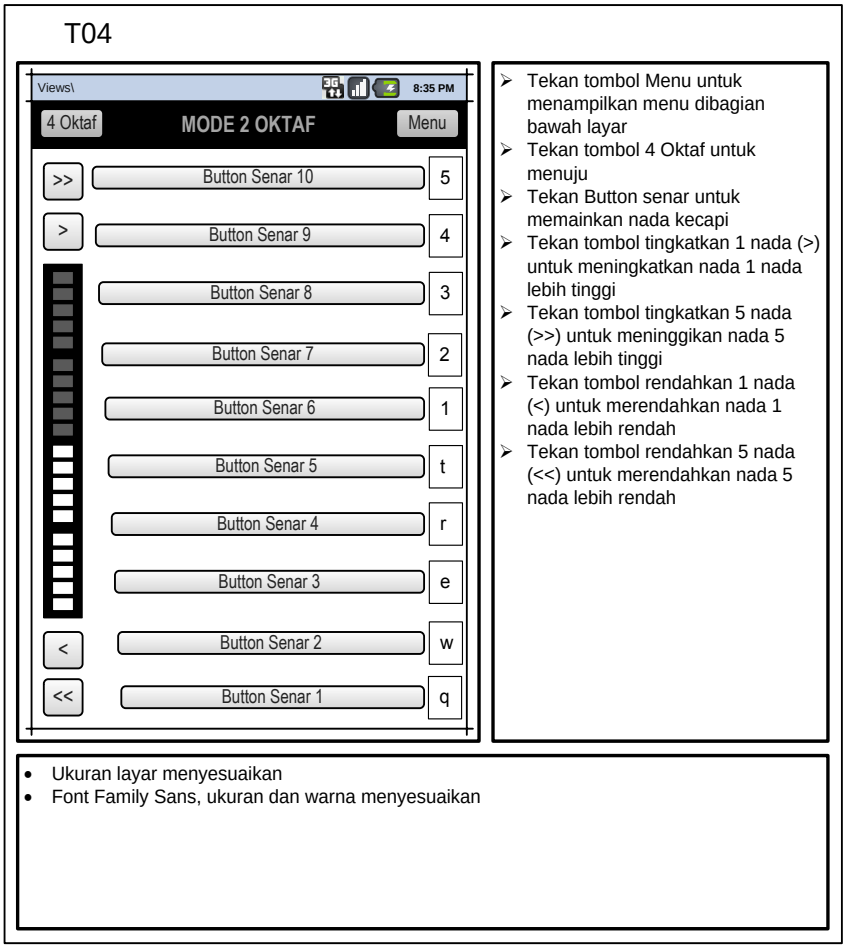
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman mode 4 oktaf pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.38. Pada perancangan halaman mode 4 oktaf ini, diberikan 20 tombol senar kecapi untuk dimainkan.



Gambar III.38 Perancangan halaman mode 4 oktaf

III.2.3.1.4 Perancangan Halaman Mode 2 Oktaf

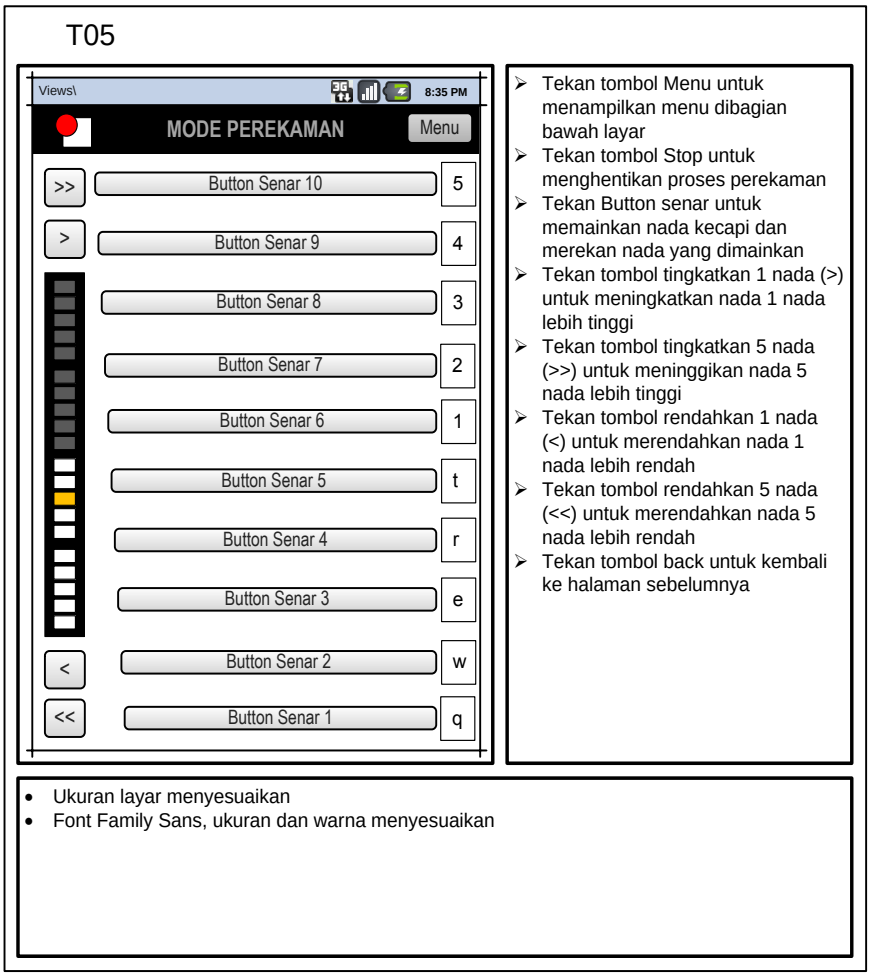
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman mode 2 oktaf pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada Gambar III.39. Pada perancangan halaman ini diberikan 10 tombol senar kecapi untuk dimainkan. Meskipun, hanya diberikan 10 tombol senar kecapi, pengguna dapat memainkan semua nada kecapi dengan cara meningkatkan dan menurunkan nada yang dapat dilakukan dengan menekan tombol panah yang terdapat pada bagian kiri layar. Pada halaman ini juga, posisi nada yang dimainkan akan diperlihatkan dibagian kiri layar.



Gambar III.39 Perancangan halaman mode 2 oktaf

III.2.3.1.5 Perancangan Halaman Mode Perekaman

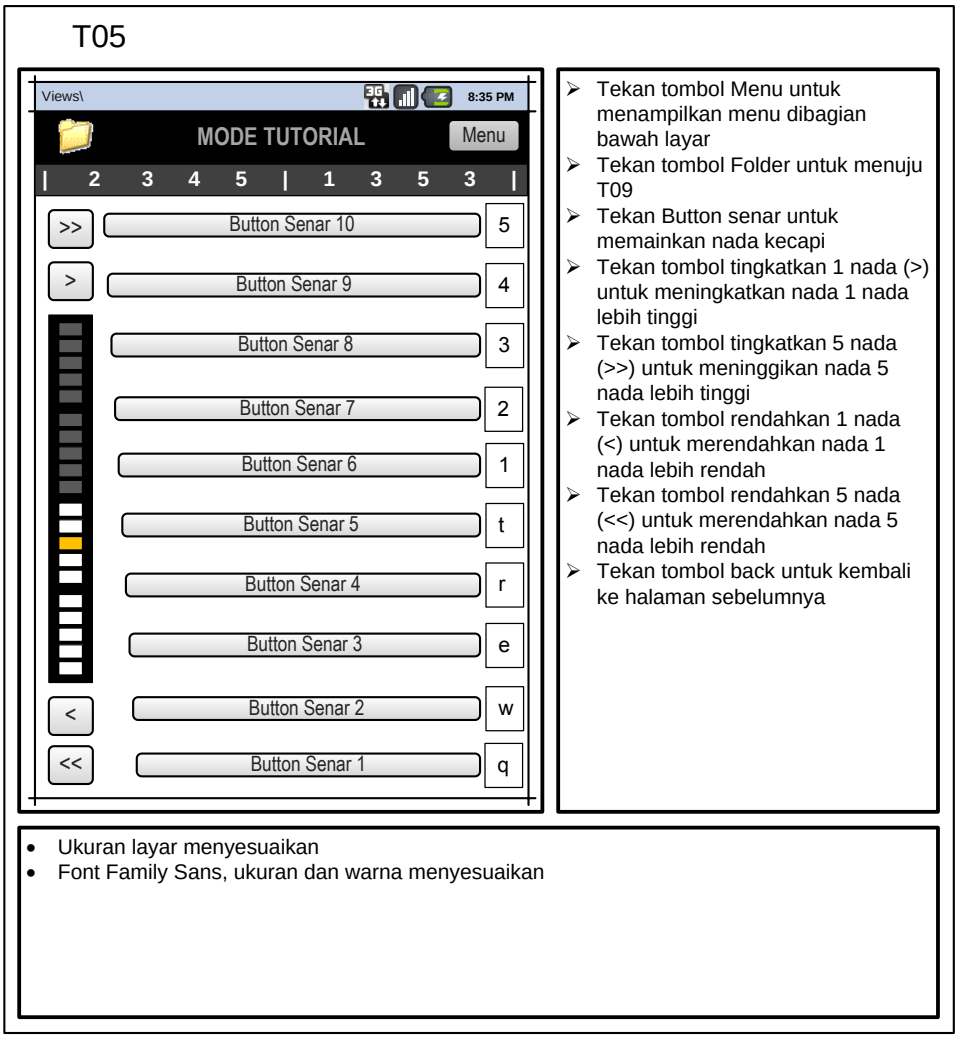
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman mode perekaman pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.40. Untuk memainkan halaman ini, pada dasarnya hampir sama dengan memainkan pada mode 2 oktaf. Yang membedakan yaitu pada halaman perekaman ini, setiap nada yang dimainkan akan direkam nada dan temponya. Pada layar bagian kiri atas diberikan tanda lingkaran merah yang menjadi tanda sedang melakukan perekaman. User dapat menghentikan perekaman dengan menekan tombol stop yang terdapat pada layar bagian kiri atas.



Gambar III.40 Perancangan halaman mode perekaman

III.2.3.1.6 Perancangan Halaman Mode Tutorial

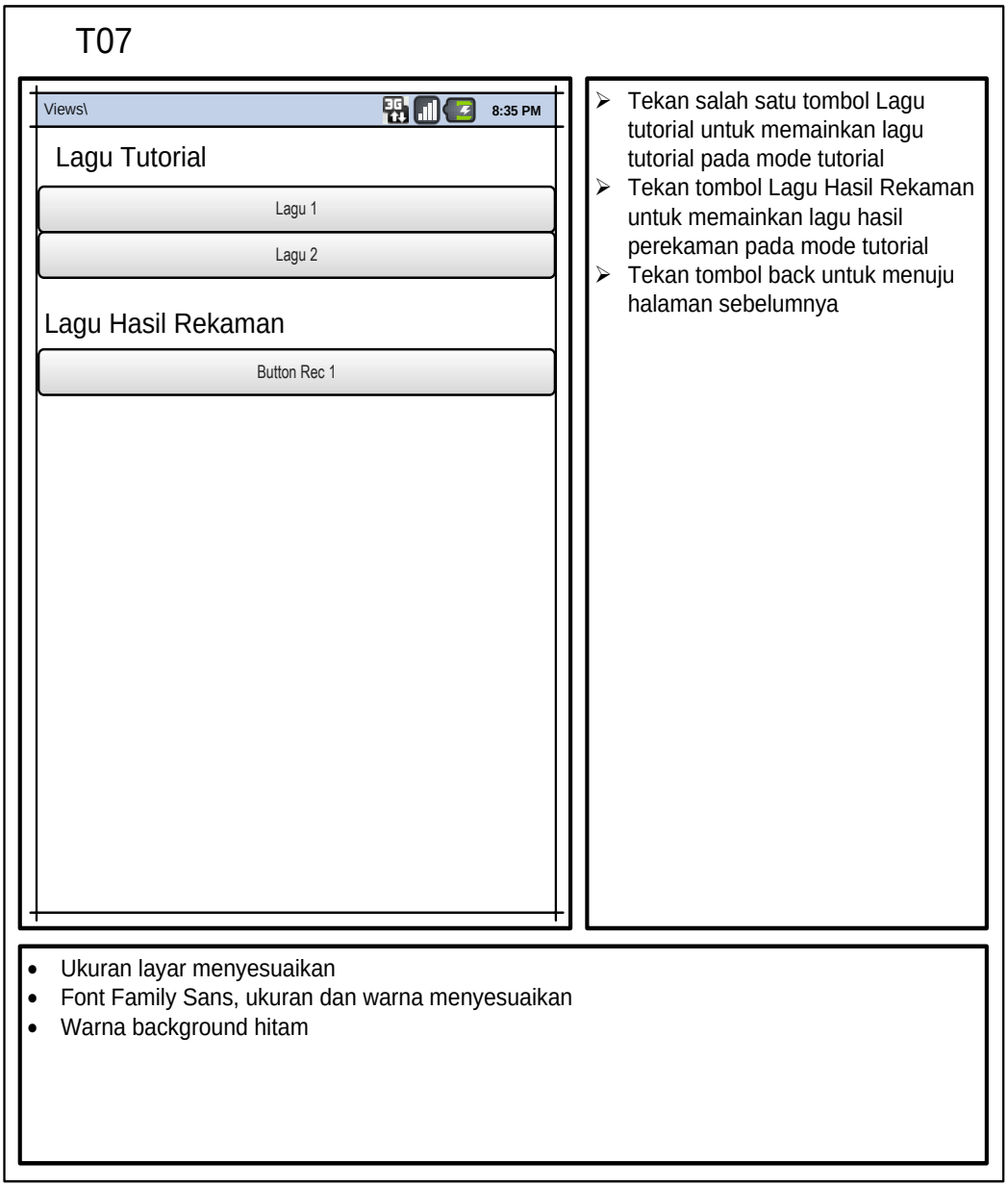
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman mode tutorial pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada Gambar III.41. Untuk memainkan halaman ini, pada dasarnya hampir sama dengan memainkan pada mode 2 oktaf. Yang membedakan yaitu pada perancangan halaman tutorial ini, disediakan petunjuk memainkan lagu dan notasi lagu, yang akan ditampilkan pada petunjuk nada pada bagian kiri layar halaman mode tutorial.



Gambar III.41 Perancangan Halaman Mode Tutorial

III.2.3.1.7 Perancangan Halaman Daftar Lagu

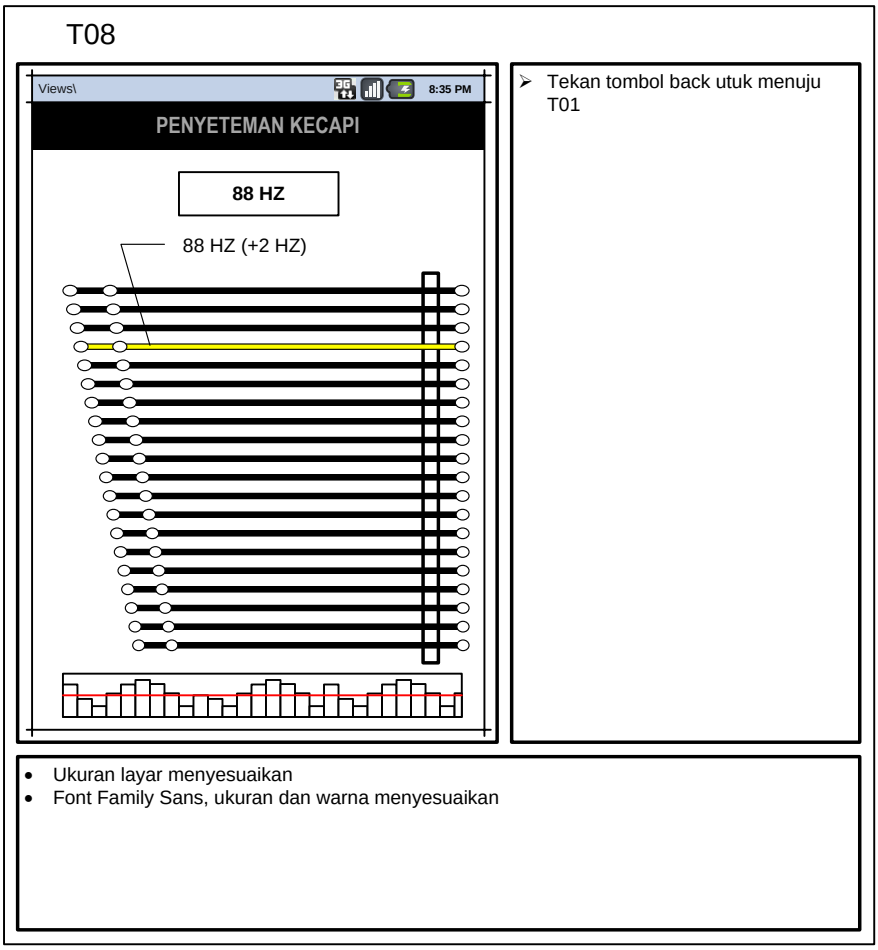
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman daftar lagu pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.42. Pada halaman ini pengguna dapat memilih lagu tutorial ataupun lagu hasil perekaman pada halaman mode tutorial.



Gambar III.42 Perancangan Halaman Daftar Lagu

III.2.3.1.8 Perancangan Halaman Penyeteman Kecapi

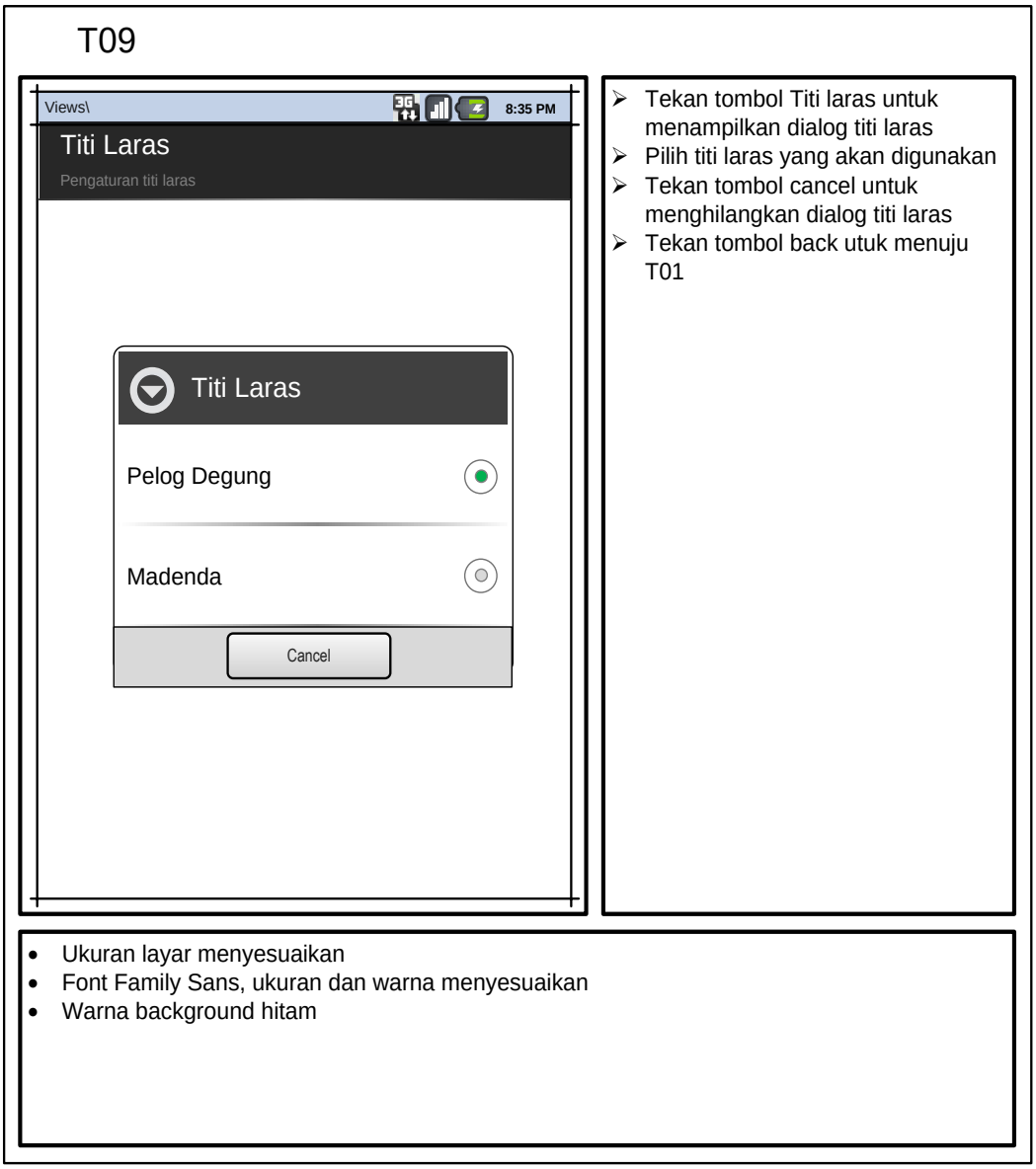
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman penyeteman kecapi pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada Gambar III.43. Pada penyeteman ini pengguna dapat menyetem nada alat musik kecapi. Di atas layar ditampilkan frekuensi yang dihasilkan suara senar kecapi. Dan pada baris ke-2 ditampilkan frekuensi yang diperlukan untuk memperoleh frekuensi yang sesuai dan berapa jumlah selisih frekuensi yang dihasilkan dengan frekuensi nada yang sesuai. Pada bagian bawah layar juga dapat dilihat gambar *histogram* yang digunakan untuk mengenali suara yang masuk.



Gambar III.43 Perancangan halaman penyeteman kecapi

III.2.3.1.9 Perancangan Halaman Pengaturan Titi Laras

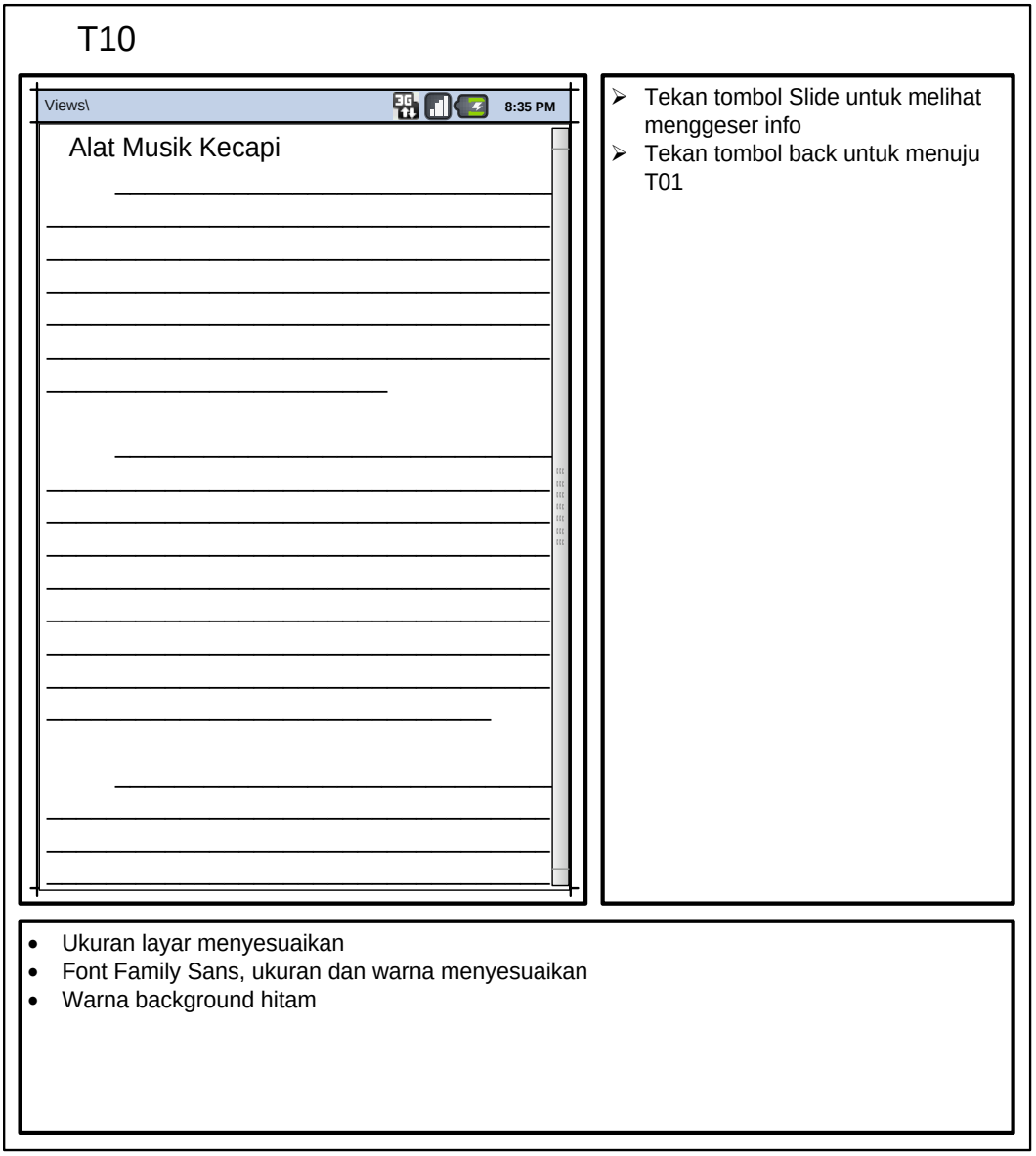
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman pengaturan titi laras pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.44. Pada halaman ini pengguna dapat memilih titi laras yang akan digunakan pada saat memainkan simulator kecapi.



Gambar III.44 Perancangan halaman pengaturan titi laras

III.2.3.1.10 Perancangan Halaman Informasi Kecapi

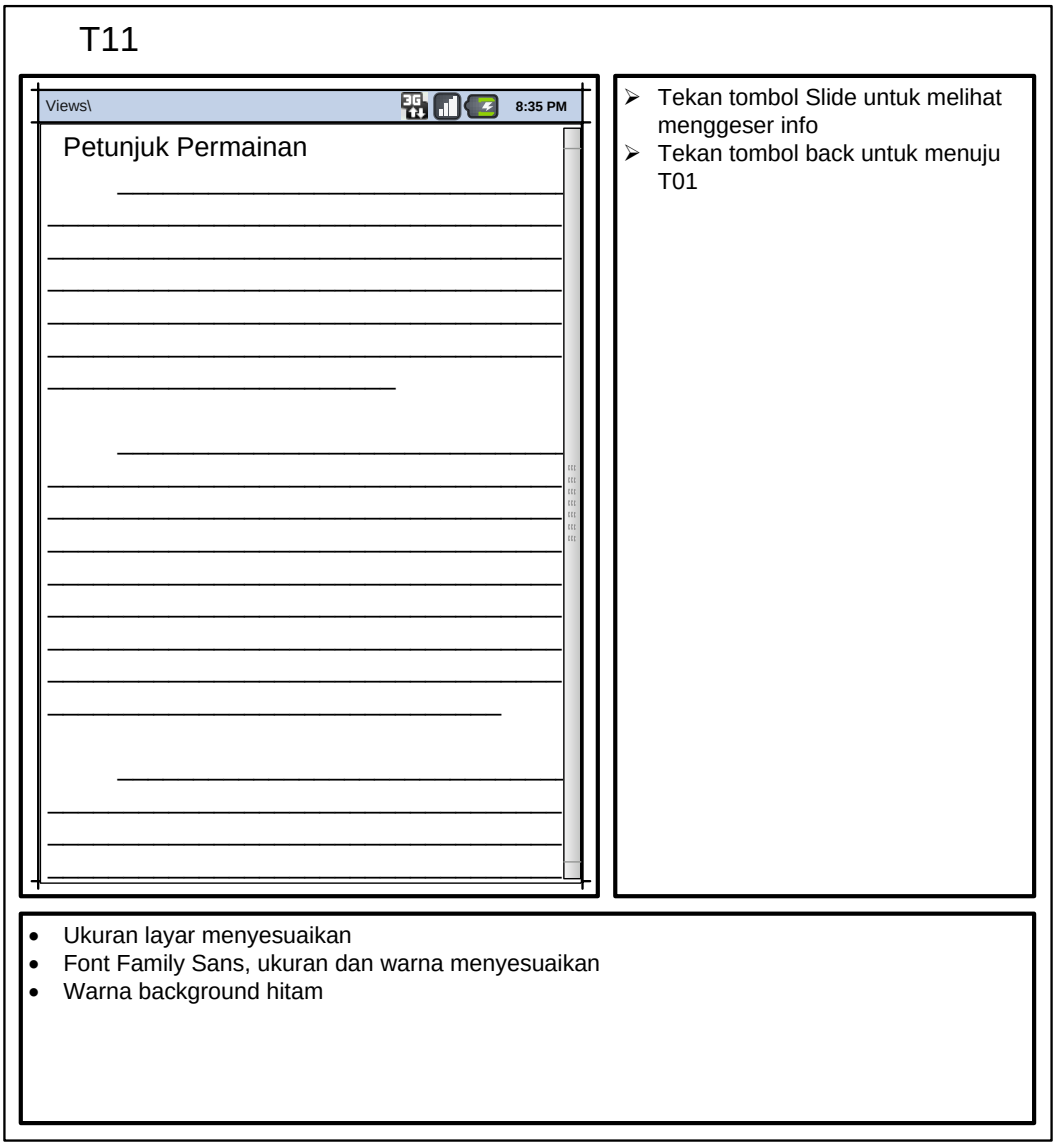
Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman informasi kecapi pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.45. Pada halaman ini dijelaskan mengenai berbagai informasi mengenai alat musik kecapi.



Gambar III.45 Perancangan halaman informasi kecapi

III.2.3.1.11 Perancangan Halaman Petunjuk Permainan

Gambaran umum dari perancangan antarmuka halaman petunjuk permainan pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.46. Pada halaman ini, dijelaskan mengenai berbagai informasi mengenai bagaimana cara menggunakan aplikasi simulator kecapi.



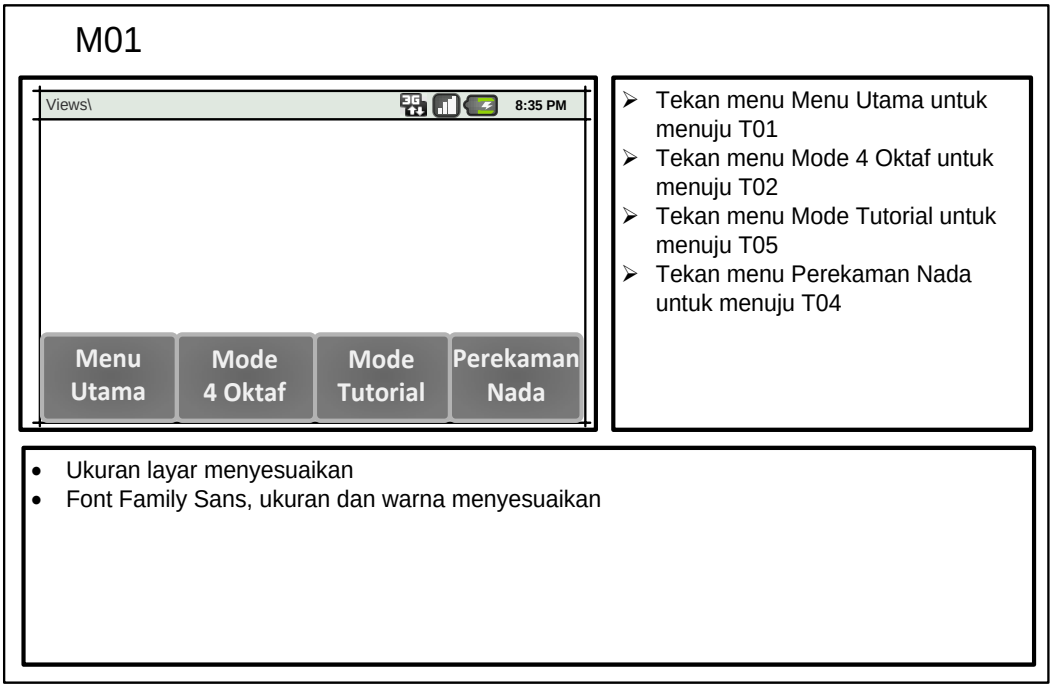
Gambar III.46 Perancangan halaman petunjuk permainan

III.2.3.2 Perancangan Menu

Perancangan menu mendeskripsikan rencana tampilan dari setiap menu yang digunakan pada aplikasi Simulator kecapi. Menu yang dimaksud adalah menu yang ditekan oleh pengguna pada *handset* Android. Berikut ini gambaran dari perancangan menu pada aplikasi Simulator kecapi seperti terlihat pada sub bab berikut ini.

III.2.3.2.1 Perancangan Menu Mode 4 Oktaf

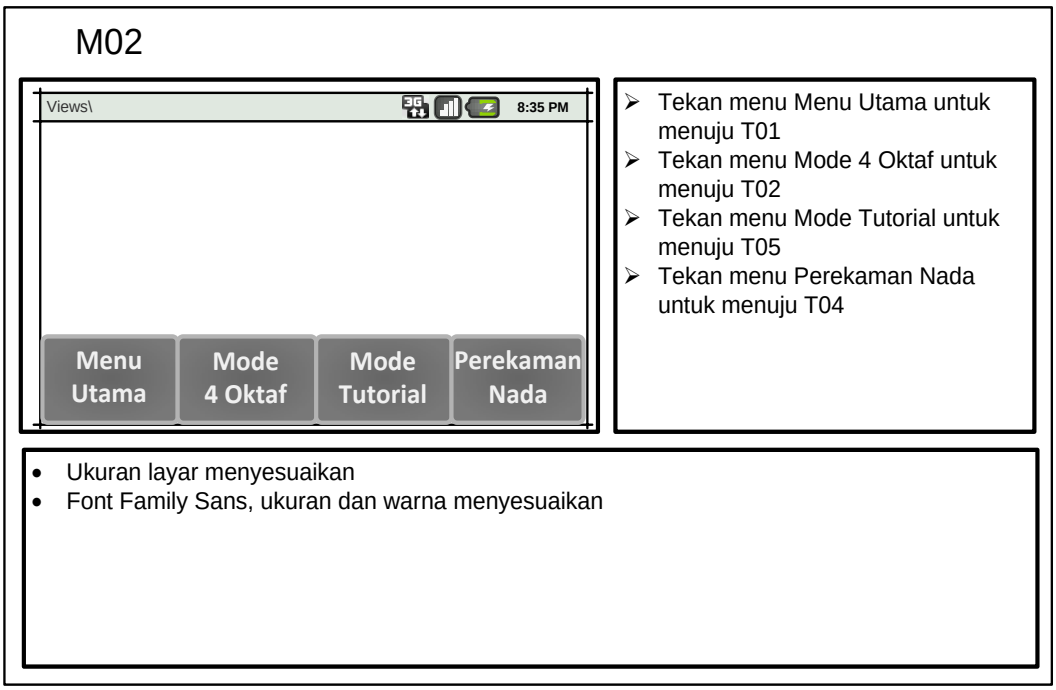
Pesan menu mode 4 oktaf merupakan menu yang muncul ketika pengguna menekan tombol menu pada halaman permainan kecapi mode 4 oktaf. Adapun gambaran umum dari perancangan menu mode 4 oktaf pada aplikasi simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.47.



Gambar III.47 Perancangan menu mode 4 oktaf

III.2.3.2.2 Perancangan Menu Mode 2 Oktaf

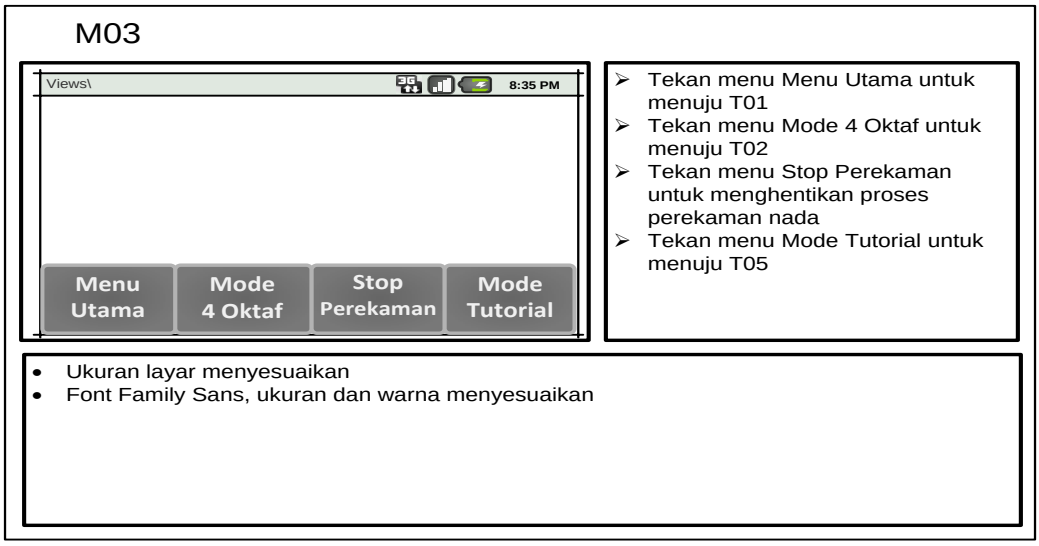
Pesan menu mode 2 oktaf merupakan menu yang muncul ketika pengguna menekan tombol menu pada halaman permainan kecapi mode 2 oktaf. Adapun gambaran umum dari perancangan menu mode 2 oktaf pada aplikasi simulator kecapi dapat dilihat pada Gambar III.48.



Gambar III.48 Perancangan menu mode 2 oktaf

III.2.3.2.3 Perancangan Menu Mode Perekaman

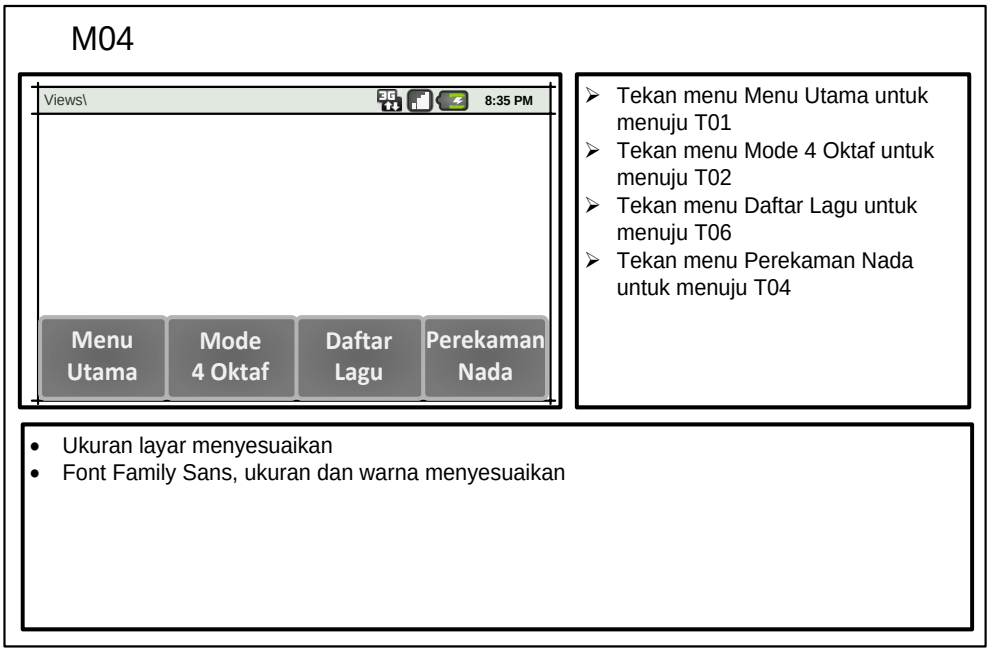
Pesan menu mode perekaman merupakan menu yang muncul ketika pengguna menekan tombol menu pada halaman permainan kecapi mode perekaman. Adapun gambaran umum dari perancangan menu mode perekaman pada aplikasi simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.49.



Gambar III.49 Perancangan menu mode perekaman

III.2.3.2.4 Perancangan Menu Mode Tutorial

Pesan menu mode tutorial merupakan menu yang muncul ketika pengguna menekan tombol menu pada halaman permainan kecapi mode tutorial. Adapun gambaran umum dari perancangan menu mode tutorial pada aplikasi Simulator kecapi dapat dilihat pada gambar III.50.



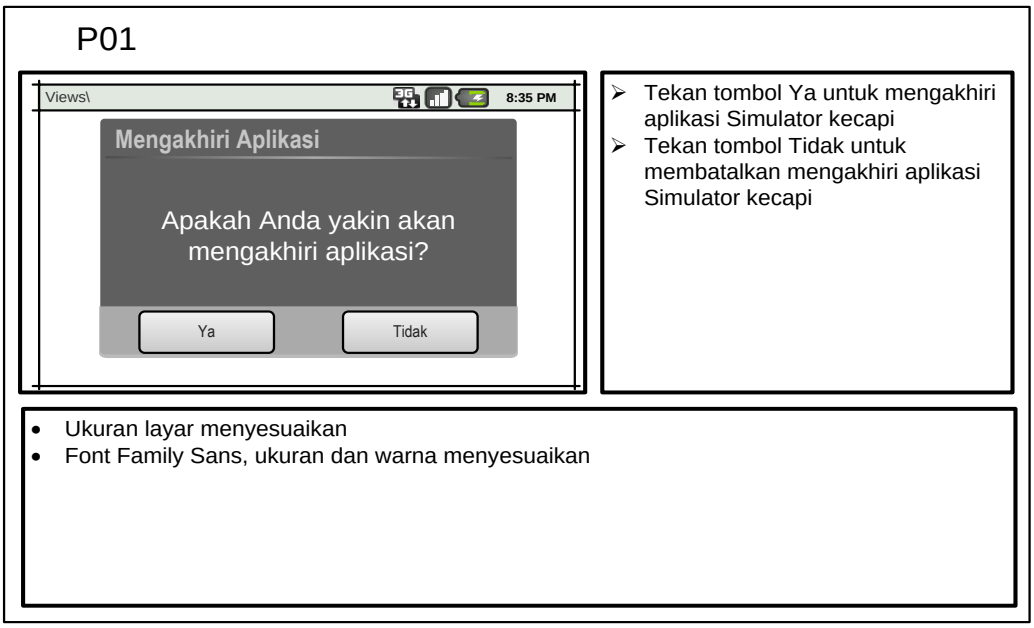
Gambar III.50 Perancangan menu mode tutorial

III.2.3.3 Perancangan Pesan

Perancangan pesan mendeskripsikan rencana tampilan dari setiap pesan yang digunakan pada aplikasi Simulator kecapi. Berikut ini gambaran dari perancangan pesan pada aplikasi Simulator kecapi seperti terlihat pada subbab berikut ini.

III.2.3.3.1 Perancangan Pesan Mengakhiri Aplikasi

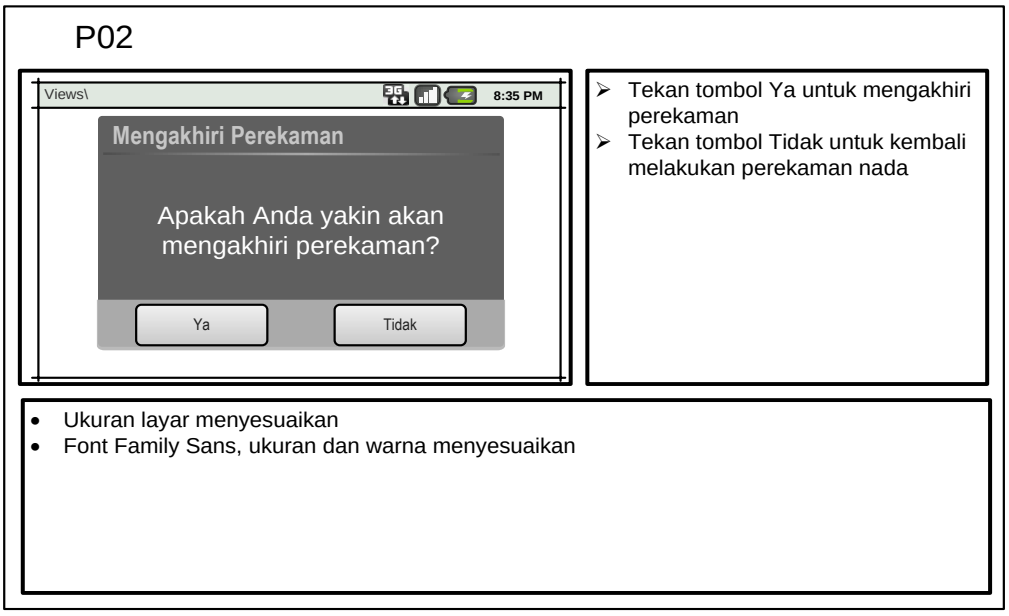
Pesan mengakhiri aplikasi merupakan pesan yang muncul ketika pengguna menekan tombol back pada halaman menu utama aplikasi simulator kecapi. Perancangan pesan ini dibuat untuk menghindari keluarnya aplikasi akibat ketidak sengajaan pengguna menekan tombol *back* pada *handset* android. Adapun gambaran umum dari perancangan dialog mengakhiri aplikasi dapat dilihat pada gambar III.51.



Gambar III.51 Perancangan pesan mengakhiri aplikasi

III.2.3.3.2 Perancangan Pesan Mengakhiri Perekaman

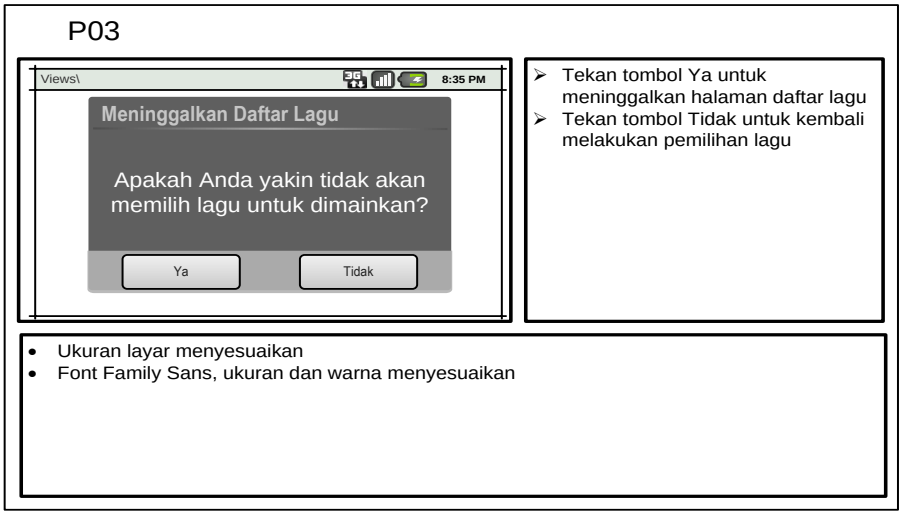
Pesan mengakhiri perekaman merupakan pesan yang muncul ketika pengguna menekan tombol back atau tombol stop perekaman pada halaman mode perekaman aplikasi simulator kecapi. Adapun gambaran umum dari perancangan dialog mengakhiri perekaman dapat dilihat pada gambar III.52.



Gambar III.52 Perancangan pesan mengakhiri perekaman

III.2.3.3.3 Perancangan Pesan Meninggalkan Daftar Lagu

Pesan meninggalkan daftar lagu merupakan pesan yang muncul ketika pengguna menekan tombol *back* pada halaman daftar lagu aplikasi simulator kecapi. Adapun gambaran umum dari perancangan pesan meninggalkan daftar lagu dapat dilihat pada gambar III.53.



Gambar III.53 Perancangan pesan meninggalkan daftar lagu

III.2.3.3.4 Perancangan Pesan Tidak Dapat Melakukan Penyeteman

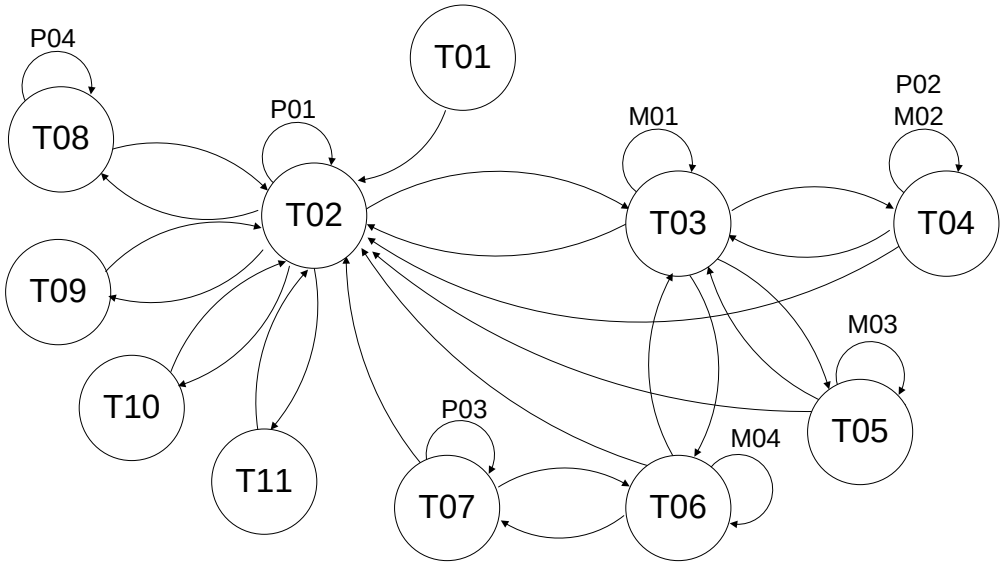
Pesan meninggalkan daftar lagu merupakan pesan yang muncul ketika pengguna menekan tombol *back* pada halaman daftar lagu aplikasi simulator kecapi. Adapun gambaran umum dari perancangan pesan meninggalkan daftar lagu dapat dilihat pada gambar III.54.



Gambar III.54 Gambar perancangan pesan tidak dapat melakukan penyeteman

III.2.4 Jaringan Semantik

Jaringan semantik menggambarkan keterhubungan navigasi menu dari satu halaman ke halaman lainnya. Jaringan semantik pada aplikasi simulator kecapi ini dapat dilihat pada gambar III.55.



Gambar III.55 Jaringan semantik