BAB III
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1. Analisis Sistem

Analisis dilakukan dengan tujuan untuk mengindentifikasi dan mengevaluasi seluruh komponen yang terkait dengan sistem yang akan dibangun. Tahap analisis merupakan tahap yang kritis dan sangat penting, karena kesalahan pada tahap ini akan menyebabkan kesalahan pada tahap selanjutnya. Tahap analisis sistem dilakukan dengan cara menguraikan suatu sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan sehingga ditemukan kelemahan dan keuntungan pada sistem tersebut, sehingga dalam membangun aplikasi menjadi lebih mudah dari hasil analisis sistem yang lama. Analisis sistem ini akan menghasilkan beberapa data dan fakta yang akan dijadikan bahan uji dan analisis menuju pengembangan dan penerapan sebuah aplikasi sistem yang diusulkan.

3.1.1. Analisis Masalah

Analisis masalah adalah langkah awal dari analisis sistem. Langkah ini diperlukan untuk mengetahui permasalahan apa saja yang terjadi di dalam sistem yang telah berjalan. Dalam penelitian skripsi ini, permasalahan utama yang ditemukan adalah:

1. Pembelajaran tata surya menggunakan buku dinilai membosankan dan kurang interaktif.
2. Bagaimana cara membangun aplikasi interaktif simulasi tata surya berbasis android secara *real time.*

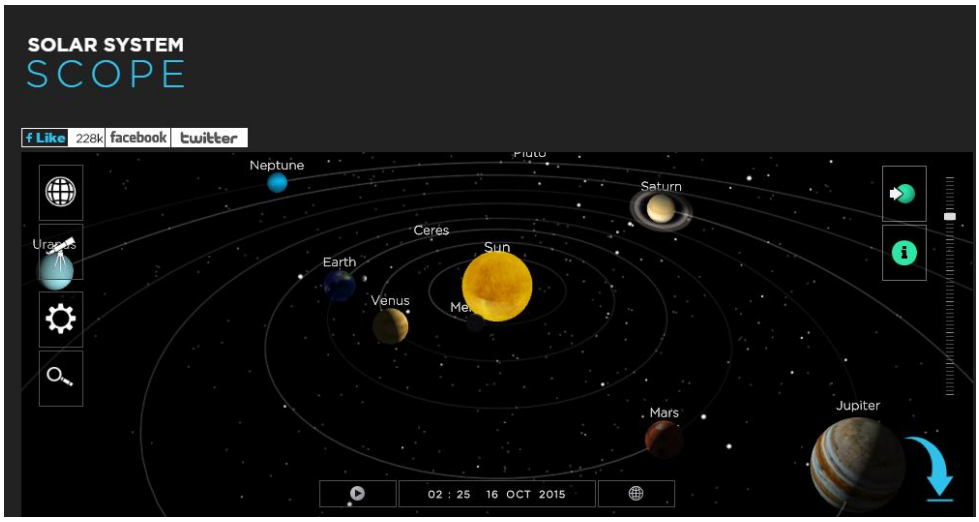
3.1.2. Analisis Aplikasi Sejenis

Analisis aplikasi sejenis merupakan analisis yang akan membahas mengenai aplikasi yang menjadi acuan dalam pembangun sebuah aplikasi. Aplikasi sejenis akan dibahas mengenai berbagai hal yang ada didalam aplikasi sejenis diantaranya meliputi konten, cara menggunakan serta komponen-komponen apa saja yang ada dalam aplikasi tersebut sehingga dapat menjadi acuan bagi kebutuhan

yang akan dibangun. Berikut sedikit ulasan mengenai aplikasi yang akan dibahas yaitu aplikasi Solar System Scope, Stellarium, dan NASA Solar System Simulator.

3.1.2.1. Solar System Scope

Solar sytem scope merupakan aplikasi simulator tata surya berbasis web. Fitur dan konten pada aplikasi ini cukup komplit namun masih memerlukan koneksi internet dalam penggunaannya dan masih menggunakan bahasa inggris dalam penyajian informasinya. Tampilan Solar System Scope dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tampilan Solar System Scope

3.1.2.2. Stellarium

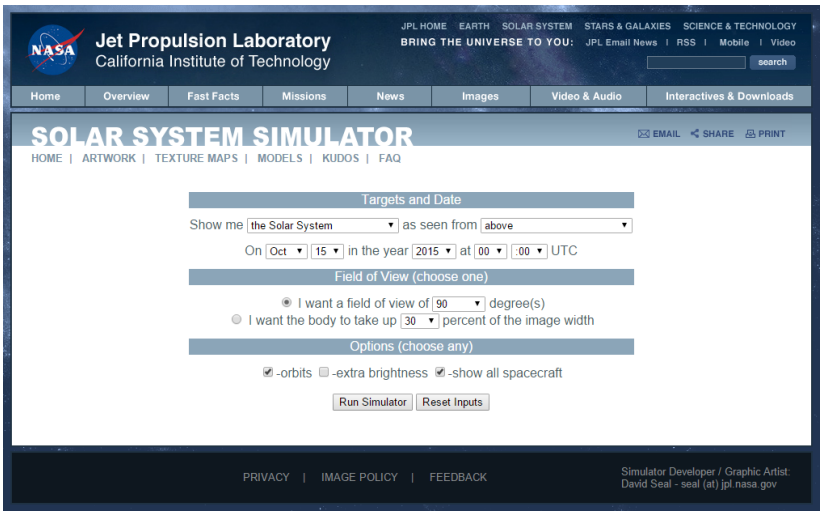
Stellarium merupakan aplikasi simulator tata surya yang menyajikan informasi secara *real time* dan memiliki fitur untuk memilih tempat dimana kita akan melakukan sebuah simulasi. Kekurangan dari aplikasi ini adalah pengguna tidak bisa melihat bagaimana benda angkasa bergerak mengelilingi matahari. Tampilan aplikasi stellarium dapat dilihat pada gambar 3.2.



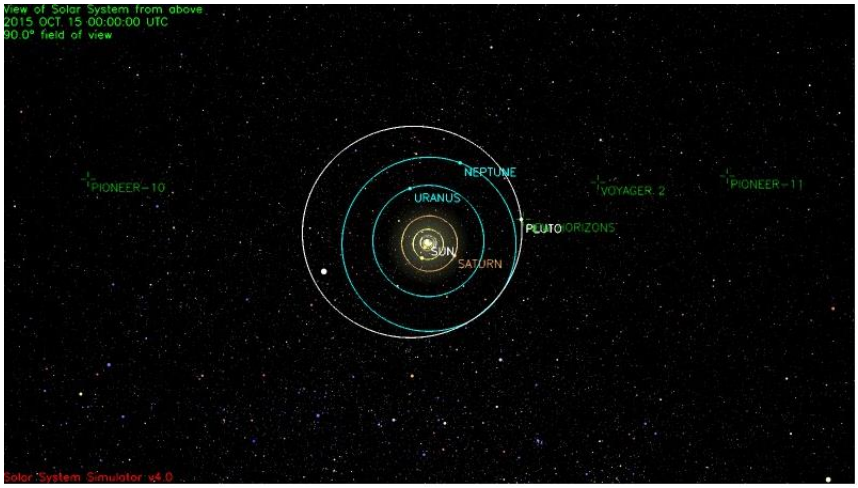
Gambar 3. 2 Tampilan Aplikasi Stellarium

3.1.2.3. NASA Solar System Simulator

NASA solar system simulator merupakan aplikasi simulator berbasis web buatan NASA. Informasi yang disajikan sangat lengkap, tidak hanya informasi mengenai tata surya namun mengenai galaksi lain selain galaksi bima sakti. Tampilan pada aplikasi ini sangat sederhana dan masih membutuhkan koneksi internet dalam penggunaanya. Dalam penggunaanya, pengguna harus menginputkan terlebih dahulu data apa yang akan dicari (dapat dilihat pada gambar 3.3) lalu setelah itu baru sistem menampilkan apa yang pengguna cari seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3. 3 Tampilan Inputan NASA Solar System Simulator



Gambar 3. 4 Tampilan NASA Solar System Simulator

Dari ketiga aplikasi yang sudah disebutkan semuanya mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing, namun jika dibandingkan dengan aplikasi yang akan dibangun, aplikasi yang akan di bangun dibuat untuk dengan acuan untuk menutupi kekurangan dari aplikasi yang sudah disebutkan seperti tidak diperlukannya koneksi internet untuk menjalankan aplikasi, *user interface* yang lebih *user friendly*, dan penyajian konten dalam bahasa indonesia untuk memudahkan pengguna dalam menangkap materi.

Setiap ada kelebihan pasti ada kekurangan pada aplikasi yang akan dibangun. Kekurangan yang terdapat pada aplikasi adalah karena menggunakan media *google cardboard* membuat semakin sedikitnya media interaksi terhadap sistem, hal tersebut bisa di atasi dengan memberikan fitur perintah suara.

3.1.3. Deskripsi Sistem Yang Akan Dibangun

Sistem yang akan dibangun memiliki 3 skenario, yaitu :

1. Skenario simulasi tata surya

   Pada skenario ini pengguna akan disajikan bagaimana sistem tata surya itu berjalan, seperti planet-planet yang berotasi dan berevolusi mengelilingi matahari.

2. Skenario *real time simulation*

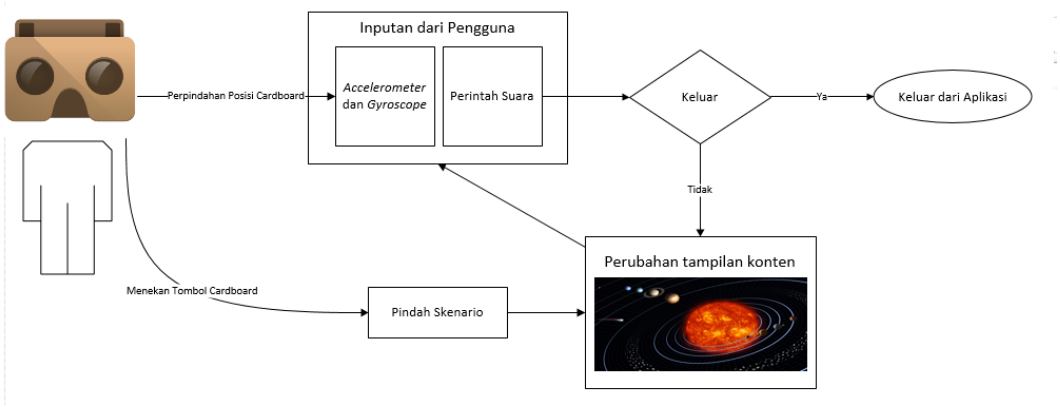
   Pada skenario ini pengguna akan disajikan tampilan tata surya secara *real time*¸ pengguna dapat melihat posisi planet planet, rasi bintang secara nyata dari posisi pengguna berada.

3. Skenario informasi

   Pada skenario ini pengguna dapat melihat informasi-informasi seputar benda-benda langit dengan menggunakan perintah suara sebagai pemicu untuk memunculkan informasi tersebut.

3.1.4. Gambaran Umum Sistem

Aplikasi simulasi yang akan dibuat ini nantinya dapat membantu siapapun yang ingin mendalami pemahan tentang tata surya sercara mandiri. Dalam pembuatan aplikasi simulasi tata surya ini dibutuhkan media *google cardboard* untuk mendukung cara pemahaman yang interaktif mengenai tata surya.



Gambar 3. 5 Gambaran Umum Sistem

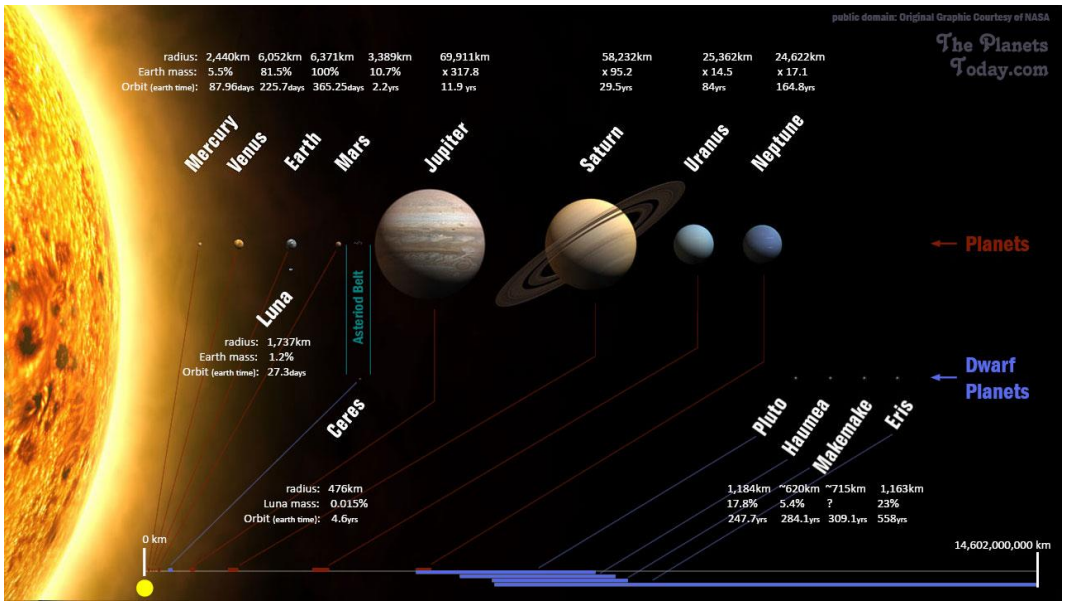
Pada gambar 3.5 proses dimulai ketika *user* sudah menggunakan *google cardboard* dimana didalamnya sudah dijalankannya aplikasi simulasi tata surya. Di dalam aplikasi simulasi pengguna akan ditampilkan tiga skenario simulasi tata surya dan satu skenario bantuan dalam penggunaan aplikasi. Pengguna dapat menggerakan kepalanya ke atas, ke bawah, ke kanan, atau ke kiri untuk mendapatkan efek transisi visualisasi pada tampilan aplikasi, hal tersebut bisa terjadi karena pada saat kepala bergerak, maka aplikasi akan meminta data perbuhanan posisi pada sensor yaitu sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Pada tabel 3.1 dijelaskan aksi dan reaksi pada tiap-tiap skenario.

Tabel 3. 1 Tabel Aksi Reaksi Tiap Skenario

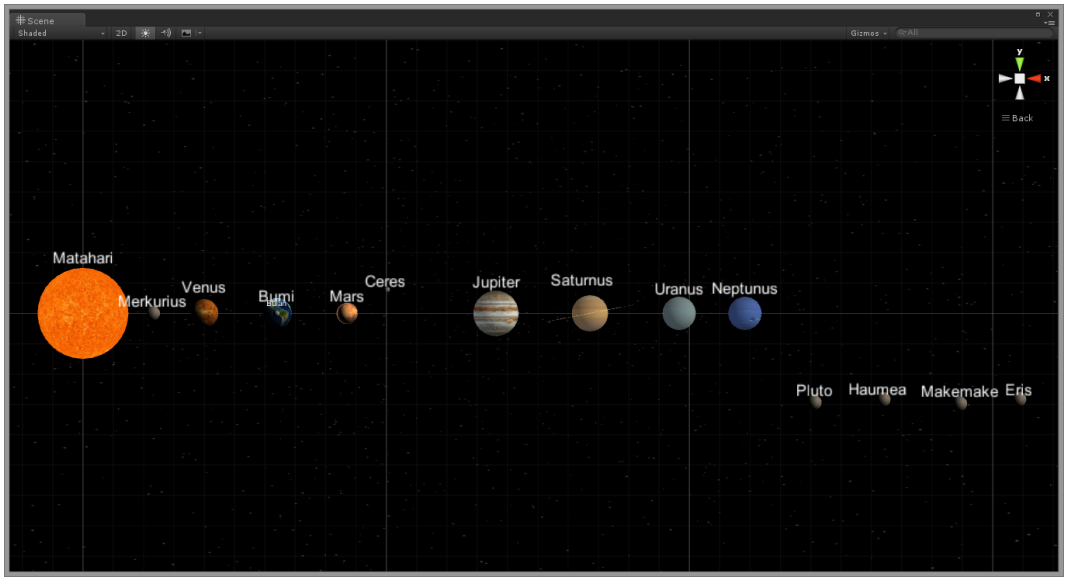
No.	Skenario	Aksi	Reaksi
1	Menu Awal	-	Menampilkan penjelasan-penjelasan dasar penggunaan aplikasi simulasi tata surya.
		Menekan tombol *cardboard*	Memindahkan skenario dari menu awal ke skenario bantuan.
2	Skenario Bantuan	-	Menampilkan bagaimana cara menggunakan aplikasi simulasi tata surya.
		Menggerakan kepala keatas, bawah, kanan, atau kiri	Menampilkan efek transisi pada aplikasi simulasi.
		Menekan tombol *cardboard*	Memindahkan skenario dari skenario bantuan ke skenario simulasi tata surya.
3	Skenario Simulasi Tata Surya	-	Mensimulasikan bagaimana sistem tata surya berjalan seperti rotasi dan revolusi tiap-tiap planet dan memberikan suara narasi yang berisi penjelasan mengenai tata surya.
		Menggerakan kepala keatas, bawah, kanan, atau kiri	Menampilkan efek transisi pada aplikasi simulasi.
		Memberikan perintah suara (Percepat)	Mempercepat pergerakan objek pada simulasi.
		Memberikan perintah suara (Perlambat)	Memperlambat pergerakan objek pada simulasi.

		Menekan tombol *cardboard*	Memindahkan skenario dari skenario simulasi tata surya ke skenario *real time simulation*.
4	Skenario *Real Time Simulation*	-	Menampilkan posisi-posisi benda langit yang dilihat dari bumi.
		Menggerakan kepala keatas, bawah, kanan, atau kiri	Menampilkan efek transisi pada aplikasi simulasi.
		Menekan tombol *cardboard*	Memindahkan skenario *real time simulation* ke skenario informasi.
5	Skenario Informasi	-	Menampilkan list-list objek luar angkasa untuk ditampilkan informasi mengenai tiap-tiap objek
		Menggerakan kepala keatas, bawah, kanan, atau kiri	Menampilkan efek transisi pada aplikasi simulasi.
		Memberikan perintah suara dengan menyebutkan nama objek.	Menampilkan informasi mengenai objek yang dipanggil.
		Menekan tombol *cardboard*	Memindahkan skenario informasi ke skenario simulasi tata surya.

Pada pembuatan aplikasi objek digambarkan pada sumbu x, y, dan z dimana posisi matahari berada pada sumbu 0x, 0y, dan 0z yang mana merupakan poros dari perputaran planet. Peletakan posisi planet pada aplikasi simulator dapat dilihat seperti pada gambar 3.6 yaitu gambar yang didapat dari web NASA yang menunjukan posisi planet-planet pada tata surya, lalu setelah diimplementasikan pada aplikasi susunan planet yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 3.7

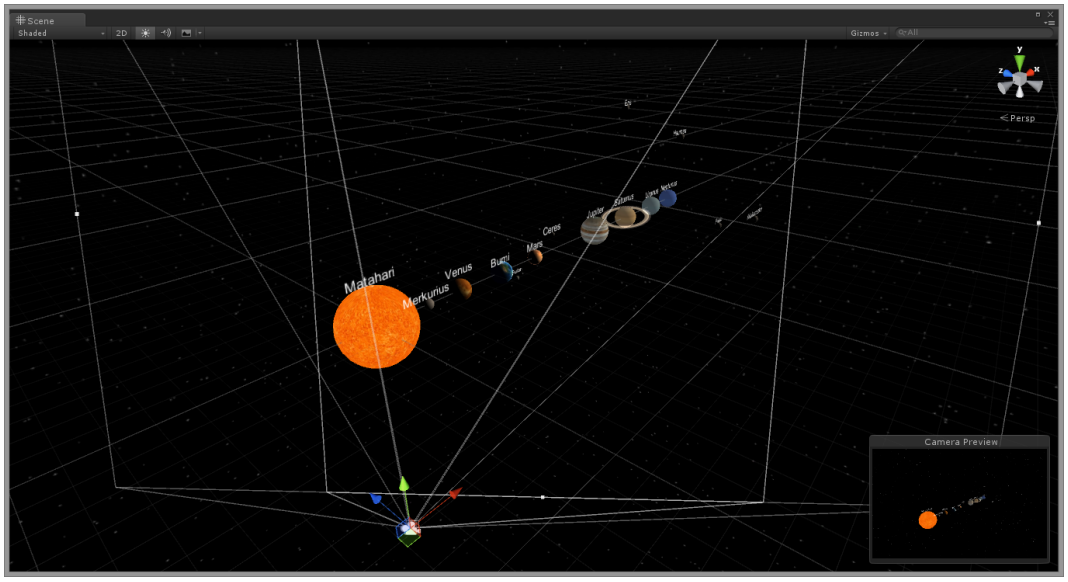


Gambar 3. 6 Susunan Planet pada Tata Surya [33]



Gambar 3. 7 Susunan Planet pada Aplikasi

Pengaturan kamera pada skenario simulasi tata surya dibuat menyerupai penglihatan orang ketiga, dimana pengguna dapat melihat planet-planet yang berada di depannya. Pada gambar 3.8 dapat dilihat posisi kamera berada dibelakang planet-planet yang memungkinkan pengguna melihat hampir ke tiap-tiap planet.



Gambar 3. 8 Posisi Kamera pada Skenario Simulasi Tata Surya

Pada skenario *realtime simulation* dan skenario informasi posisi kamera dibuat seperti cara pandang orang pertama. Gambar 3.9 menunjukan posisi kamera pada aplikasi.



Gambar 3. 9 Posisi Kamera pada Aplikasi

Dengan menggunakan kombinasi *accelerometer* dan *gyroscope*, maka *accelerometer* dapat memberikan pengukuran sudut saat aplikasi berada pada kondisi diam. Sedangkan pada saat aplikasi berotasi *accelerometer* tidak bisa bekerja secara maksimal karena memiliki respon yang lambat. Kelemahan inilah

yang dapat diatasi oleh *gyroscope* karena *gyroscope* dapat membaca kecepatan sudut yang dinamis. Namun *gyroscope* juga memiliki kelemahan yaitu proses perpindahan kecepatan sudut dalam jangka waktu yang panjang menjadi tidak akurat karena ada efek bias yang dihasilkan oleh *gyroscope*. Dari kombinasi *accelerometer* dan *gyroscope* didapatkan 6 sumbu pendeteksian yaitu 3 sumbu rotasi (x,y,z) dan 3 sumbu linier (atas-bawah, kanan-kiri, depan-belakang). Output dari kombinasi sensor ini berupa gambar yang sangat detail dan halus gerakannya.

3.1.5. Perhitungan Posisi Objek

Perhitungan posisi objek pada aplikasi simulasi tata surya dapat diketahui dengan cara mengkonversi tanggal pada tahun masehi menjadi *Julian Date* lalu menghitung masing-masing posisi dari objek sesuai dengan jarak, jalur lintasan, dan penyimpangan dari tiap-tiap objek. Perhitungan posisi objek menggunakan tanggal pada saat aplikasi dijalankan. Untuk mensimulasikan perhitungan, digunakan tanggal 19 April 1990, pukul 0:00 UT sebagai percobaan.

3.1.5.1. *Jualian Date*

Langkah awal adalah mengkonversi waktu *Universal Time* (UT) menjadi *Julian Date* (JD) dengan menggunakan rumus 2.1, dimana Y adalah tahun yaitu 1990, M adalah bulan 4, dan D adalah tanggal 19.

```
d = 367*1990 - (7*(1990 + ((4+9)/12)))/4 + (275*4)/9 + 19 - 730530
d = 730330 - (7*(1990 + (13/12)))/4 + 1100/9 + 19 - 730530
d = 730330 - (7*(1990 + 1))/4 + 122 + 19 - 730530
d = 730330 - (7*1991)/4 + 122 + 19 - 730530
d = 730330 - 13937/4 + 122 + 19 - 730530
d = 730330 - 3484 + 122 + 19 - 730530
d = -3543
```

dari perhitungan didapat -3543 sebagai tanggal pada JD.

3.1.5.2. Matahari

Untuk menghitung posisi matahari pertama-tama kalikan elemen orbit matahari dengan waktu JD seperti pada rumus 2.2.

```
w = 282.9404_deg + 4.70935E-5_deg   * d = 283.2157_deg
a = 1.000000                          = 1.000000
e = 0.016709 - 1.151E-9             * d = 0.016702
M = 356.0470_deg + 0.9856002585_deg * d = 6116.881_deg
```

Dari hasil perhitungan elemen orbit, terlihat bahwa *mean anomaly* (M) memiliki nilai yang besar, sedangkan besaran sudut hanya 0^{o} - 360^{o}, maka konversi hingga masuk dalam skala 0^{o} - 360^{o}.

```
6116.881_deg / 360 = 16
16 * 360 = 5760
6116.881 – 5760 = 356.881_deg
M = 356.881_deg
```

Lalu gunakan rumus 2.3 untuk mengjitung *obliquity of the ecliptic* (sudut antara bidang orbit bumi dengan bidang ekuator bumi)

```
ecl = 23.4393_deg - 3.563E-7_deg * d  = 23.43721743_deg
```

Hitung *mean longitude* (L) dengan menggunakan rumus 2.4

```
L = w + M
L = 283.2157_deg + 356.881_deg
L = 640.0967_deg
L = 280.0967_deg
```

Hitung sudut *eccentric anomaly* (penyimpangan sudut) dengan menggunakan rumus 2.5

```
E = M + (180/pi) * e * sin(M) * (1 + e * cos(M))
E = 356.881_deg + (180/phi) * 0.016702 * sin(356.881_deg) * (1 +
0.016702 * cos(356.881_deg))
E = 355.9654509_deg
```

Hitung koordinat matahari pada bidang orbit dengan menggunakan rumus 2.6, dimana x menunjuk pada *perihelion*

```
x = r * cos(v) = cos(E) – e
x = cos(355.9654509_deg) – 0.016702
x = -0.585723368

y = r * sin(v) = sin(E) * sqrt(1 - e*e)
y = sin(355.9654509_deg) * sqrt(1 – 0.016702*0.016702)
y = -0.822208032
```

Ubah manjadi jarak (r) dan *true anomaly* (v) dengan menggunakan rumus 2.7

```
r = sqrt(x*x + y*y)
r = sqrt(-0.585723368*-0.585723368 + -0.822208032*-0.822208032)
r = 1.009503795

v = arctan2(y,x)
v = arctan2(-0.822208032 , -0.585723368)
v = -2.523871646_deg
```

Hitung *longitude* dari matahari dengan menggunakan rumus 2.8

```
lon = v + w
lon = -2.523871646_deg + 283.2157_deg
lon = 280.6918284_deg
```

Hitung koordinat *ecliptic* matahari dengan menggunakan rumus 2.9 dan isikan z dengan 0.

```
x = r * cos(lon)
x = 1.009503795 * cos(280.6918284_deg)
x = -0.466807172

y = r * sin(lon)
y = 1.009503795 * sin(280.6918284_deg)
y = -0.895091602

z = 0.0
```

Putar ke koordinat ekuatorial dengan menggunakan rumus 2.10

```
xequat = -0.466807172

yequat = -0.89509160*cos(23.43721743_deg)-0.0*sin(23.43721743_deg)
yequat = 0.124215783

zequat = -0.89509160*sin(23.43721743_deg)+0.0*cos(23.43721743_deg)
zequat = 0.990727805
```

3.1.5.3. Planet

Untuk menghitung posisi planet bisa dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu elemen orbit dari planet tersebut dikalikan dengan tanggal JD. Hitung semua data elemen orbit planet yang sudah dijelaskan pada poin 2.2.3 sesuai dengan tanggal simulasi perhitungan yaitu 19 April 1990, maka akan didapat data seperti pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Tabel Perhitungan Elemen Orbit Planet

	N	i	w	a	e	M
Merkurius	48.5210211	7.00499225	29.18339402	0.387098	0.205638267	69.51529
Veus	76.82403186	3.394760738	54.9718796	0.72333	0.00676539	131.6578
Mars	49.68077684	1.849595959	286.6728357	1.523688	0.093419706	321.9965
Yupiter	100.6160212	1.302089934	273.9738532	5.20256	0.048524121	85.52378
Saturnus	113.8030838	2.487968156	339.5678829	9.55475	0.055490478	198.4741
Uranus	74.08220141	0.773411055	96.83985243	19.1816194	0.047361545	101.046
Neptunus	131.9569612	1.768509525	272.8108722	30.05845364	0.008618567	239.0063

Penghitungan dimulai dengan melakukan perhitungan *Eccentric Anomaly* (E) dengan menggunakan rumus 2.11, dimulai dengan pendekatan pertama E0. Lalu lakukan pendekatan selanjutnya dengan menggunakan rumus 2.12 untuk memperkecil kesalahan sampai dengan selisih antara E0 dan E1 adalah 0.005. Sehingga didapat hasil seperti pada tabel 3.3

Tabel 3. 3 Tabel Perhitungan *Eccentric Anomaly*

	E0	E1	Selisih
Merkurius	62.1569048	62.15259383	0.004311
Veus	131.4920687	131.4871913	0.004877
Mars	318.1131721	318.1122157	0.000956
Yupiter	88.55707114	88.55328189	0.003789
Saturnus	200.7656356	200.7612925	0.004343
Uranus	102.9132809	102.9113234	0.001957
Neptunus	239.2281286	239.2281286	0

Dari hasil perhitungan pada tabel 3.4 dapat dihitung x,y pada koordinat orbit dengan menggunakan rumus 2.13, sehingga didapat hasil seperti pada tabel 3.4

Tabel 3. 4 Tabel Perhitungan Koordinat Orbit

	xv	yv
Merkurius	0.221576936	-0.237984499
Veus	0.643335454	-0.320919268
Mars	-1.191387706	-1.100183027
Yupiter	4.911587709	0.632976307
Saturnus	6.250539826	-6.720367895
Uranus	-14.79445111	13.21707324
Neptunus	26.57997667	13.53429616

Lalu ubah menjadi jarak (r) dan *true anomaly* (v) dengan menggunakan rumus 2.14 dan dihasilkan hasil seperti pada tabel 3.5

Tabel 3. 5 Tabel Perhitungan Jarak dan *True Anomaly*

	R	v
Merkurius	0.32516605	137.0447919
Veus	0.718936494	116.5117415
Mars	1.621668079	227.2791257
Yupiter	4.952206864	82.65656536

Saturnus	9.177831594	137.0744915
Uranus	19.83851831	311.7769612
Neptunus	29.82737555	63.01521832

Setelah posisi planet pada jalur orbit sudah diketahui, langkah selanjutnya adalah mengubah posisi tersebut menjadi *eliptic coordinates* dengan menggunakan rumus 2.15 dan didapat hasil seperti pada tabel 3.6

Tabel 3. 6 Tabel *Ecliptic Coordinates*

	x	y	z
Merkurius	0.218160482	0.228174624	0.077944244
Veus	0.605180273	-0.344771732	-0.178210473
Mars	0.345341426	0.286100392	-1.558426521
Yupiter	-0.688027178	-1.200496422	-4.754974213
Saturnus	0.160670379	7.623477579	-5.10777519
Uranus	1.351238813	-19.76359506	-1.068303648
Neptunus	239.2281286	239.2281286	0

3.1.6. Analisis Informasi Materi Tata Surya

Informasi materi pada aplikasi simulasi tata surya merujuk pada situs resmi NASA yang kemudian diterjemahkan kedalam bahasa Indonesia agar lebih memudahkan pengguna dalam memahami materi tersebut dan disesuaikan dengan Kurikulum 2013 SMP Kelas VIII tentang Tata Surya yang dapat dilihat pada tabel 3.7 [34].

Tabel 3. 7 Tabel Kurikulum 2013 SMP Kelas VIII

Pembelajaran	Materi	Penerapan Pada Aplikasi
Mengamati Tentang	Benda-benda langit pada malam hari, seperti bintang, bulan, dan planet	Skenario Simulasi Tata Surya
	Model tata surya	Skenario Simulasi Tata Surya
Menanya Tentang	Karakteristik anggota tata surya	Skenario Informasi
	Asal usul tata surya	Skenario Informasi
	Mengapa Matahari digolongkan sebagai bintang	Skenario Informasi
	Bumi	Skenario Informasi

	Mengapa semua anggota tata surya mengelilingi matahari	Skenario Simulasi Tata Surya
	Mengapa planet-planet yang mengelili matahari tidak saling bertabrakan?	Skenario Simulasi Tata Surya
Explore (Mencari Tahu)	Karakteristik anggota tata surya	Skenario Informasi
	Asal ulsul tata surya	Skenario Informasi
Asosiasi (Menyimpulkan)	Karakteristik anggota tata surya	Skenario Informasi
	Gravitasi matahari yang membuat semua anggota tata surya berputar mengelilingi matahari.	Skenario Simulasi Tata Surya
	Matahari sebagai bintang	Skenario Informasi
	Asal-usul tata surya	Skenario Informasi
	Orbit satelit	Skenario Simulasi Tata Surya
	Bentuk bumi bulat	Skenario Simulasi Tata Surya

Informasi mengenai objek luar angkasa pada aplikasi dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Tabel Informasi Materi Tata Surya

No.	Materi	Informasi yang Akan Ditampilkan
1	Matahari	Menampilkan informasi diameter matahari
		Menampilkan informasi periode rotasi matahari
		Menampilkan informasi periode orbit matahari terhadap galaksi
		Menampilkan informasi jarak matahari dari pusat galaksi
		Menampilkan informasi gravitasi matahari
		Menampilkan informasi suhu pada permukaan matahari

		Menampilkan informasi komposisi matahari
		Menampilkan informasi umur matahari
2	Merkurius	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
3	Venus	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
		Menampilkan informasi lapisan pembentuk atmosfer planet
4	Bumi	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
		Menampilkan informasi lapisan pembentuk atmosfer planet
		Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi umur planet
5	Mars	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet

		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
		Menampilkan informasi permukaan planet
6	Jupiter	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
		Menampilkan informasi permukaan planet
		Menampilkan informasi lapisan pembentuk atmosfer
7	Saturnus	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
		Menampilkan informasi permukaan planet
		Menampilkan informasi lapisan pembentuk atmosfer
8	Uranus	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
9	Neptunus	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
10	Ceres	Menampilkan informasi diameter planet

		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
11	Pluto	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
12	Haumea	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
13	Makemake	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet
14	Eris	Menampilkan informasi diameter planet
		Menampilkan informasi periode rotasi planet
		Menampilkan informasi periode revolusi planet
		Menampilkan informasi jarak planet dari matahari
		Menampilkan informasi gravitasi planet
		Menampilkan informasi suhu permukaan planet

3.1.7. Analisis Kebutuhan Aplikasi

Spesifikasi kebutuhan fungsi aplikasi yang diperlukan pembelajaran sistem tata surya ini adalah sebagai berikut :

1. Objek teks

   Objek teks digunakan sebagai panduan penggunaan aplikasi multimedia interaktif ini, menjelaskan definisi dan memperjelas gambar maupun animasi sehingga pengguna lebih mudah memahami materi yang disampaikan.

2. Objek gambar

   Objek gambar digunakan sebagai background maupun objek pendukung yang mampu memvisualisasikan dari dunia nyata sehingga akan memperjelas materi yang disampaikan.

3. Objek audio

   Penambahan objek audio akan membuat aplikasi multimedia interaktif ini makin menarik, suara merupakan kelengkapan dari penjelasan. Suara dapat lebih menjelaskan karakteristik suatu gambar seperti musik dan suara efek.

4. Objek animasi

   Objek animasi maupun memvisualisasikan dan menggambarkan dunia nyata kedalam bentuk tiga dimensi sehingga akan memperjelas materi yang disampaikan dan akhirnya pengguna akan lebih mudah memahami materi yang disampaikan.

3.1.8. Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional merupakan analisis yang dilakukan untuk menentukan spesifikasi kebutuhan dalam implementasi teknologi *virtual reality*. Spesifikasinya meliputi analisis kebutuhan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan pengguna (*user*) yang dibutuhkan dalam proses pembangunan aplikasi simulasi tata surya.

3.1.8.1. Analisis Perangkat Keras

Spesifikasi minimum perangkat keras android yang dibutuhkan oleh pengguna untuk menjalankan aplikasi simulasi tata surya dengan teknologi *virtual*

reality dijelaskan pada tabel 3.9 dan spesifikasi perangkat keras yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi dijelaskan pada tabel 3.10.

Tabel 3. 9 Perangkat Keras Pengguna

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	*Proccessor*	1 Ghz
2	Layar	*Touchscreen*
3	Baterai	*Standard*
4	*Earphone*	*Control Talk*
5	Sensor	*Gyroscope* dan *Accelerometer*
6	*Cardboard*	Standard

Tabel 3. 10 Perangkat Keras Pembangun

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	*Proccessor*	2 Ghz
2	RAM	2 GB
3	VGA	Mempunyai DX9 (shader model 2.0)
4	*Harddisk*	80 GB
5	Layar	*Standard*
6	Keyboard & Mouse	*Standard*

3.1.8.2. Analisis Perangkat Lunak

Perangkat lunak minimum yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi simulasi tata surya dengan teknologi *virtual reality* dijelaskan pada tabel 3.11, sedangkan pada tabel 3.12 dijelaskan spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk membangun apliasi simulasi tata surya.

Tabel 3. 11 Perangkat Lunak Pengguna

No.	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Sistem Operasi	Android 4.0

Tabel 3. 12 Perangkat Lunak Pembangun

No.	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Sistem Operasi	Windows XP SP2
2	Unity3D	5.0
3	Autodesk 3ds Max	2010
4	Adobe Photoshop	7.0

3.1.8.3. Analisis Pengguna

Kepuasan dari pengguna tujuan utama dari pembuatan suatu produk aplikasi, maka perlu diketahui spesifikasi kebutuhan pengguna pada umumnya. Penulis dapat menyimpulkan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memenuhi kebutuhan pengguna ini diantaranya :

1. Pengguna aplikasi ditujukan bagi siapapun yang dapat mengoperasikan *handphone* android.
2. Pengguna yang membutuhkan suatu aplikasi yang menarik sehingga dapat digunakan sebagai sarana belajar yang tidak membosankan.
3. Pengguna yang menginginkan pemahaman yang lebih tentang tata surya.

3.1.9. Analisis Kebutuhan Fungsional

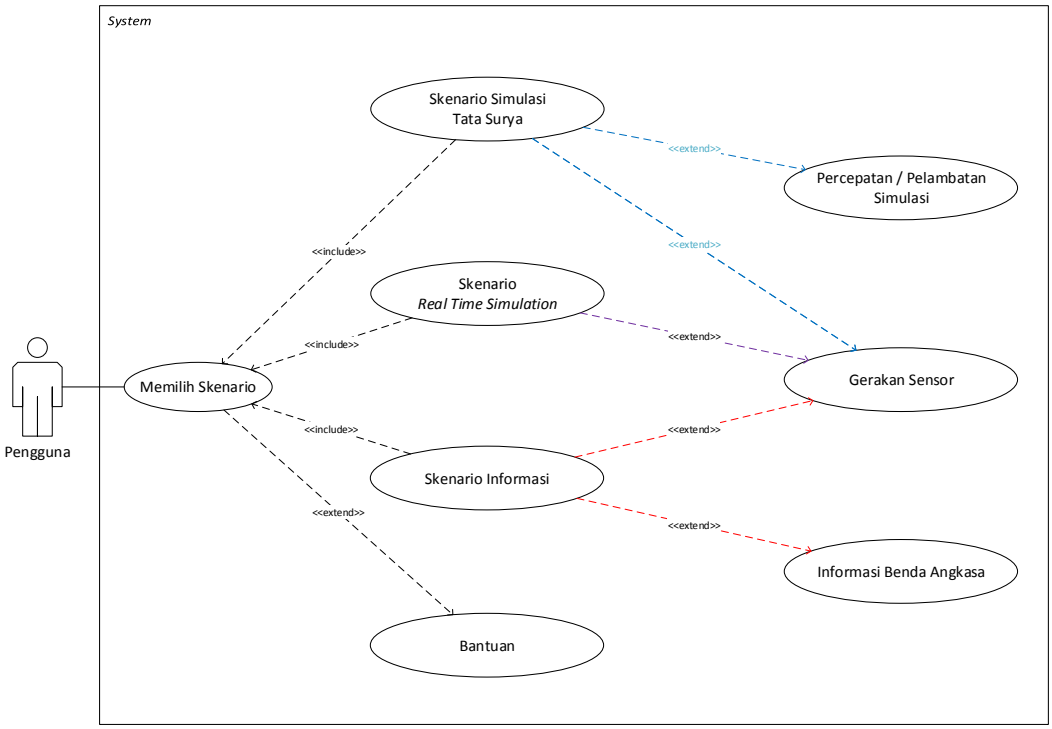
Analisis kebutuhan fungsional menggambarkan proses kegiatan yang akan diterapkan dalam sebuah sistem dan menjelaskan kebutuhan yang diperlukan sistem agar berjalan dengan baik serta sesuai dengan kebutuhan.

Pemodelan sistem dilakukan dengan metode berorientasi obyek dengan menggunakan standarisasi *Unified Modeling Language* (UML). Tahap-tahap pemodelan dalam menggunakan UML antara lain *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram* dan *class diagram*.

3.1.9.1. Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan sejumlah *external* aktor dengan *use case* yang terdapat dalam sistem. *Use case diagram* ini hanya menggambarkan keadaan lingkungan sistem yang dapat dilihat dari luar oleh aktor. *Use case* terdiri dari tiga bagian yaitu definisi aktor, definisi *use case*, dan skenario

use case. *Use case* yang terdapat dalam aplikasi simulasi tata surya dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10 *Use Case Diagram* Aplikasi Simulasi Tata Surya

1. **Definisi Aktor**

   Definisi aktor berfungsi untuk mendeskripsikan peran actor yang terlibat dalam use case ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Definisi Aktor

Nama Aktor	Deskripsi
Pengguna	Orang yang berinteraksi dengan sistem/ orang yang mengakses semua fungsi dalam sistem.

2. **Definisi *Use Case***

   Definisi use case berfungsi sebagai penjelasan mengenai proses yang terdapat pada setiap use case. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.14.

Tabel 3. 14 Definisi *Use Case*

Nama *Use Case*	**Deskripsi**
Memilih Skenario	Pengguna memilih skenario yang diinginkan dengan menekan tombol pada *cardboard*. Terdapat tiga skenario yaitu : 1. Skenario simulasi tata surya 2. Skenario *real time simulation* 3. Skenario informasi.
Skenario Simulasi Tata Surya	Pengguna dapat melihat simulasi bagaimana komponen tata surya yaitu planet-planet dan asteroid mengelilingi matahari.
Skenario *Real Time Simulation*	Penggunan dapat melihat posisi benda langit seperti planet dan rasi bintang secara *real time* dari bumi.
Skenario Informasi	Pengguna dapat melihat informasi tentang benda langit dengan menggunakan perintah suara sebagai pemicu untuk menampilkan informasi tersebut.
Bantuan	Pengguna dapat melihat panduan perintah suara apa saja yang dapat dignakan pada aplikasi.
Gerakan Sensor	Fungsi yang menangkap pergerakan *cardboard* yang digunakan pengguna untuk diolah sehingga pada aplikasi mengikuti gerakan sebanyak yang dilakukan pada dunia nyata.
Informasi Planet	Fungsi untuk menampilkan informasi tiap-tiap konten yang ada pada aplikasi simulasi tata surya, hanya berada pada skenario 3. Fungsi dijalankan melalui perintah suara.

3. *Use Case Scenario*

Use Case Scenario mendeskripsikan urutan langkah-langkah dalam proses bisnis baik yang dilakukan aktor terhadap sistem maupun yang dilakukan oleh sistem terhadap aktor. Berdasarkan *use case* diagram pada gambar 3.10 maka *use case scenario* untuk aplikasi yang akan dibangun akan dijelaskan pada tabel 3.15 sampai dengan tabel 3.21.

Tabel 3. 15 Tabel *Use Case Scenario* Memilih Skenario

Identifikasi	
Nomor	1
Nama	Memilih Skenario
Tujuan	Menjalankan skenario yang diinginkan
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi masih pada menu awal.
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
Menekan tombol pada *cardboard*	1. Memindahkan *scene* ke skenario bantuan
Kondisi Akhir	Menjalankan skenario bantuan
Skenario Alternatif 1	
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi berada pada skenario bantuan
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
Menekan tombol pada *cardboard*	1. Memindahkan scene ke skenario simulasi tata surya.
Kondisi Akhir	Menjalankan skenario simulasi tata surya
Skenario Alternatif 2	
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi berada pada skenario simulasi tata surya
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
Menekan tombol pada *cardboard*	2. Memindahkan scene ke skenario *real time simulation*

Kondisi Akhir	Menjalankan skenario *real time simulation*	
Skenario Alternatif 3		
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi berada pada skenario *real time simulation*	
Aksi Aktor		**Reaksi Sistem**
Menekan tombol pada *cardboard*		1. Memindahkan scene ke skenario informasi
Kondisi Akhir	Menjalankan skenario informasi	
Skenario Alternatif 4		
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi berada pada skenario informasi	
Aksi Aktor		**Reaksi Sistem**
Menekan tombol pada *cardboard*		1. Memindahkan scene ke skenario simulasi tata surya
Kondisi Akhir	Menjalankan skenario simulasi tata surya	

Tabel 3. 16 Tabel *Use Case Scenario* Simulasi Tata Surya

Identifikasi		
Nomor	2	
Nama	Skenario Simulasi Tata Surya	
Tujuan	Menampilkan objek konten pada skenario simulasi tata surya	
Aktor	Pengguna	
Skenario Utama		
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi pada skenario simulasi tata surya	
Aksi Aktor		**Reaksi Sistem**
		1. Menampilkan simulasi pergerakan tiap-tiap planet dalam berotasi maupun berevolusi
Kondisi Akhir	Objek planet-planet disimulasikan	

Tabel 3. 17 Tabel *Use Case Scenario Real Time Simulation*

Identifikasi	
Nomor	3
Nama	Skenario *Real Time Simulation*
Tujuan	Menampilkan ojek konten pada skenario *Real Time Simulation*
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi pada skenario *Real Time Simulation*
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
	1. Menampilkan posisi benda angkasa secara *real time* dari tempat dimana pengguna berada.
Kondisi Akhir	Objek benda-benda angkasa ditampilkan seperti pada posisi nyata.

Tabel 3. 18 Tabel *Use Case Scenario* Informasi

Identifikasi	
Nomor	4
Nama	Skenario Informasi
Tujuan	Menampilkan objek konten pada skenario informasi
Aktor	Pengguna
Skenario Utama	
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi pada skenario informasi
Aksi Aktor	**Reaksi Sistem**
	1. Menampilkan objek-objek pada sistem tata surya
Kondisi Akhir	Objek benda angkasa ditampilkan dan dikelompokan per kategori

Tabel 3. 19 Tabel *Use Case Scenario* Bantuan

Identifikasi		
Nomor	5	
Nama	Skenario Bantuan	
Tujuan	Menampilkan panduan penggunaan aplikasi	
Aktor	Pengguna	
Skenario Utama		
Kondisi Awal	Kondisi aplikasi pada skenario informasi	
Aksi Aktor		**Reaksi Sistem**
		1. Menampilkan tata cara penggunaan aplikasi.
Kondisi Akhir	Objek panduan ditampilkan.	

Tabel 3. 20 Tabel *Use Case Skenario* Gerakan Sensor

Identifikasi		
Nomor	6	
Nama	Gerakan Sensor	
Tujuan	Menggerakan tampilan pada aplikasi simulasi	
Aktor	Pengguna	
Skenario Utama		
Kondisi Awal	Aplikasi berada pada salah satu skenario	
Aksi Aktor		**Reaksi Sistem**
Menggerakan *cardboard* yang digunakan		1. Menerima masukan dari sensor *accelerometer* 2. Menerima masukan dari sensor *gyroscope* 3. Memproses hasil masukan dari sensor 4. Menggerakan tampilan pada aplikasi.

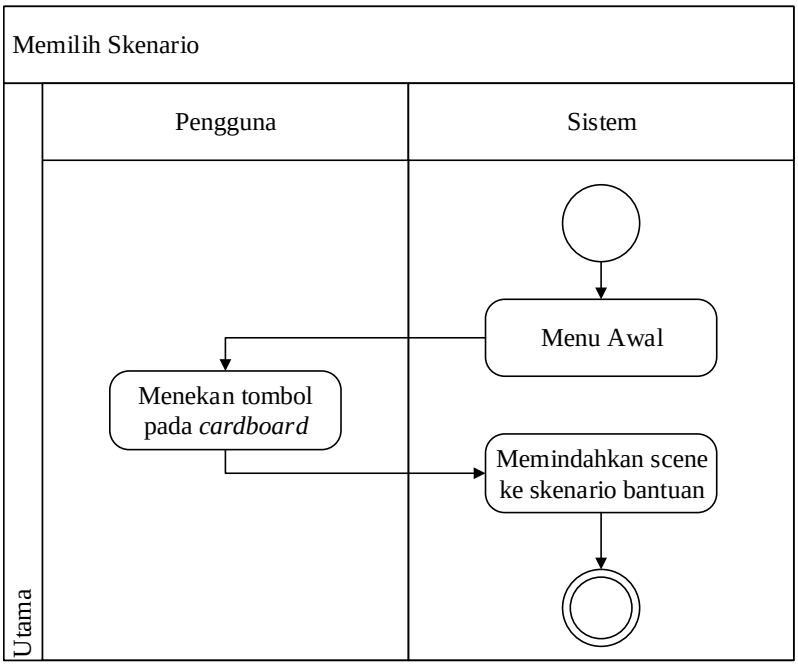
Kondisi Akhir	Tampilan aplikasi bergerak mengikuti pergerakan dari *cardboard.*

Tabel 3. 21 Tabel *Use Case Skenario* Informasi Planet

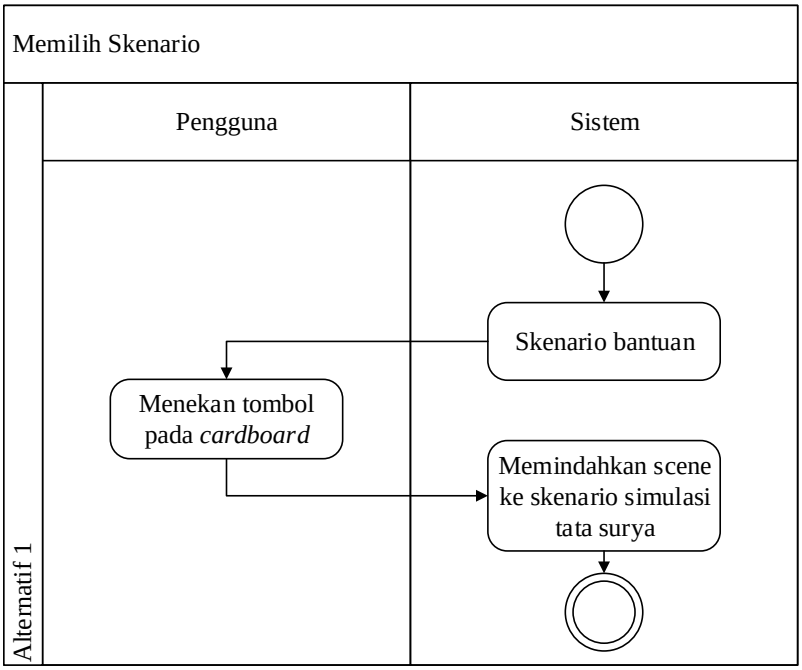
Identifikasi		
Nomor	8	
Nama	Informasi Planet	
Tujuan	Menampilkan Informasi Planet	
Aktor	Pengguna	
Skenario Utama		
Kondisi Awal	Aplikasi berada pada skenario 3	
Aksi Aktor		**Reaksi Sistem**
Memberikan perintah suara untuk menampilkan informasi yang diinginkan. (Merkurius, Venus, Bumi, Bulan, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dll)		1. Menangkap perintah suara 2. Memproses perintah suara 3. Menampilkan informasi sesuai dengan data masukan suara.
Kondisi Akhir	Menampilkan informasi objek yang disebutkan melalui perintah suara	

3.1.9.2. Activity Diagram

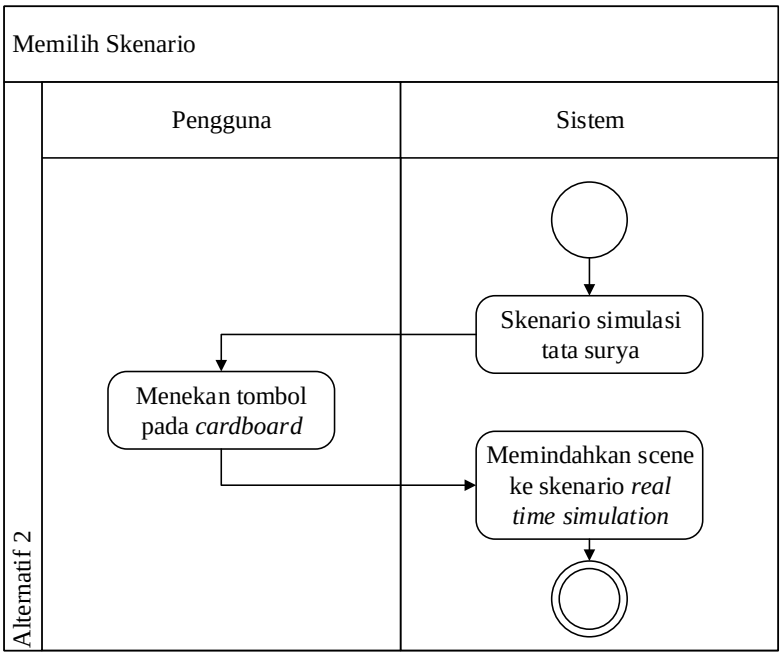
Activity diagram menggambarkan workflow (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem. Diagram aktivitas yang terlibat adalah antara aktor dan sistem aplikasi simulasi. Diagram aktivitas dari aplikasi simulator tata surya dapat dilihat pada gambar 3.11 sampai 3.21.



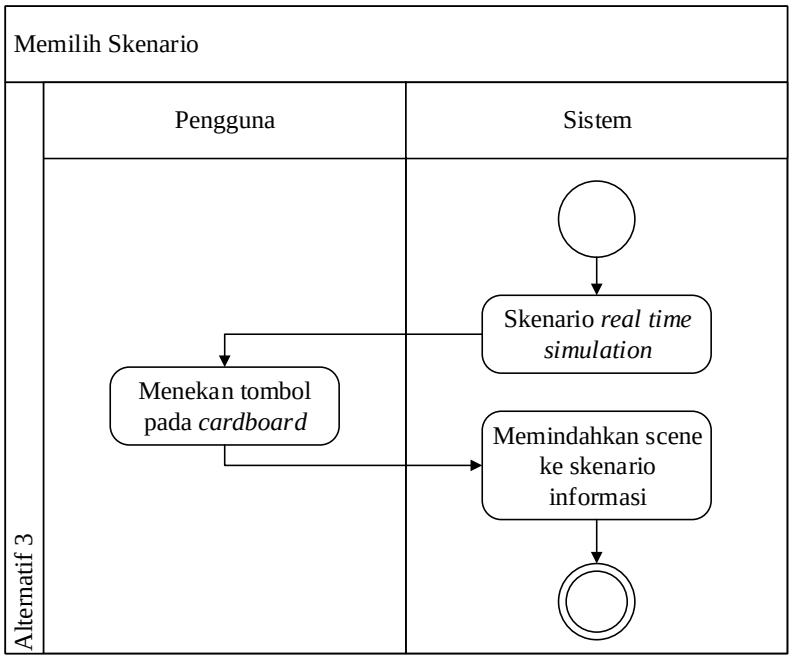
Gambar 3. 11 *Acticity Diagram* Memilih Skenario Utama



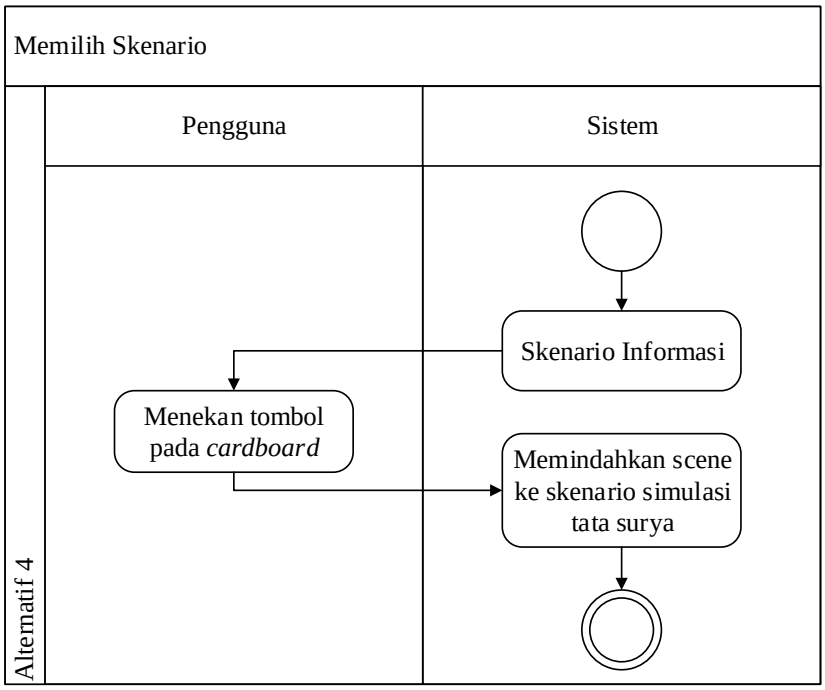
Gambar 3. 12 *Activity Diagram* Memilih Skenario Alternatif 1



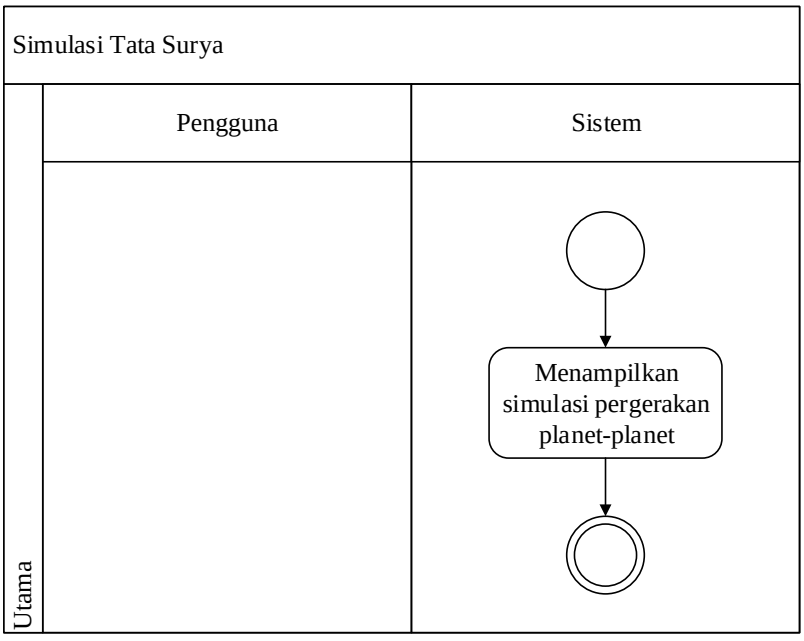
Gambar 3. 13 *Activity Diagram* Memilih Skenario Alternatif 2



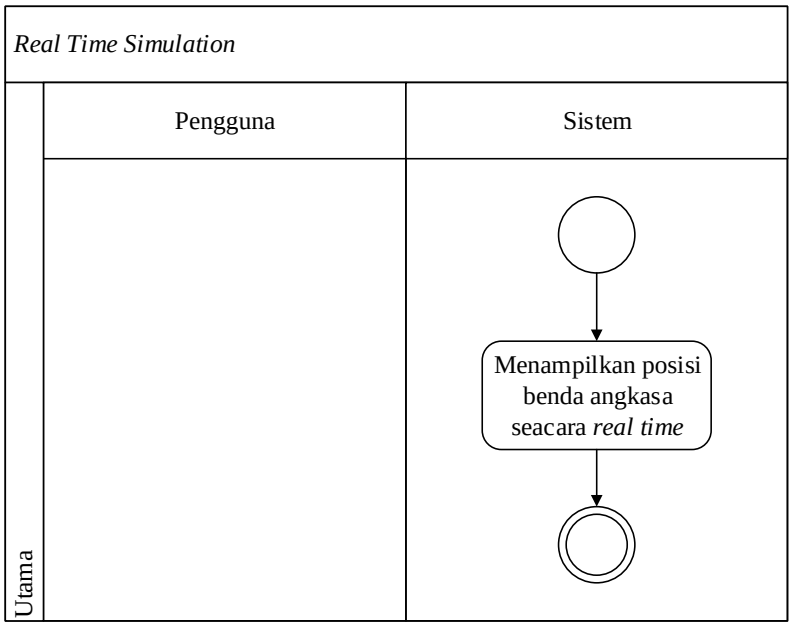
Gambar 3. 14 *Activity Diagram* Memilih Skenario Alternatif 3



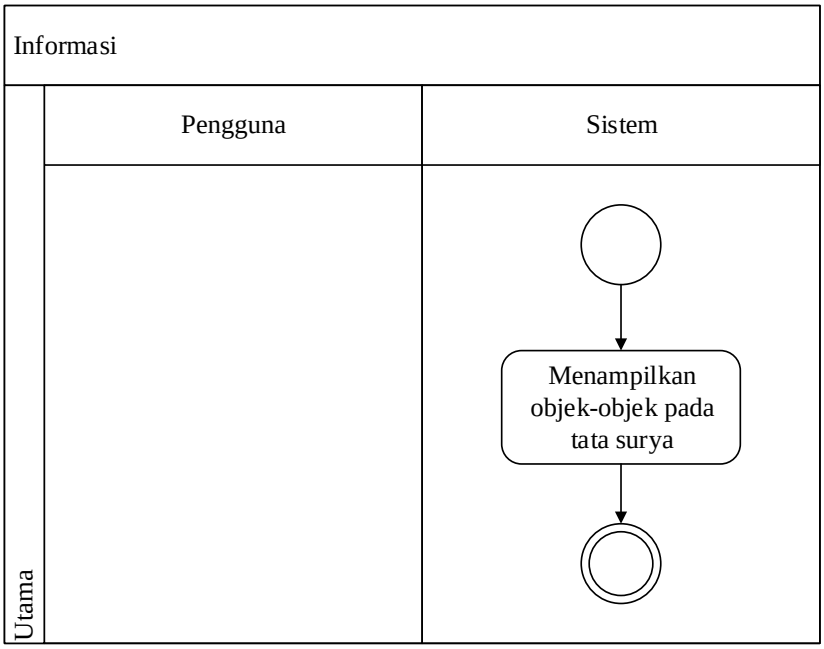
Gambar 3. 15 *Activity Diagram* Memilih Skenario Alternatif 4



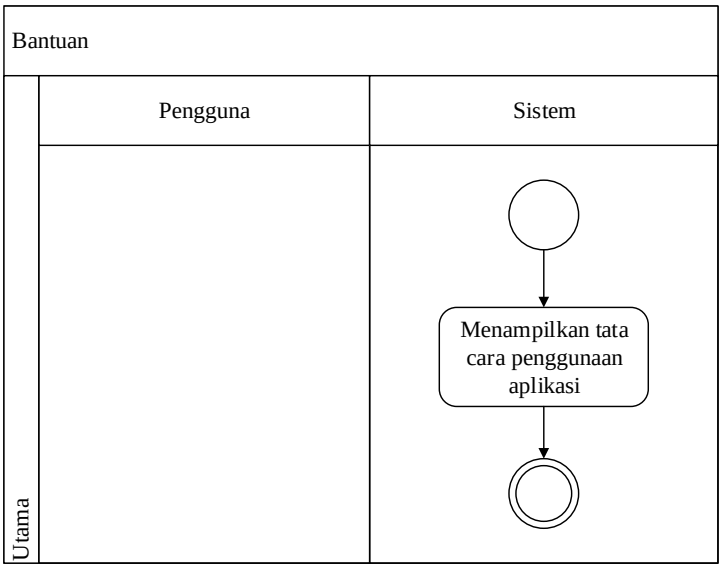
Gambar 3. 16 *Activity Diagram* Skenario Simulasi Tata Surya Utama



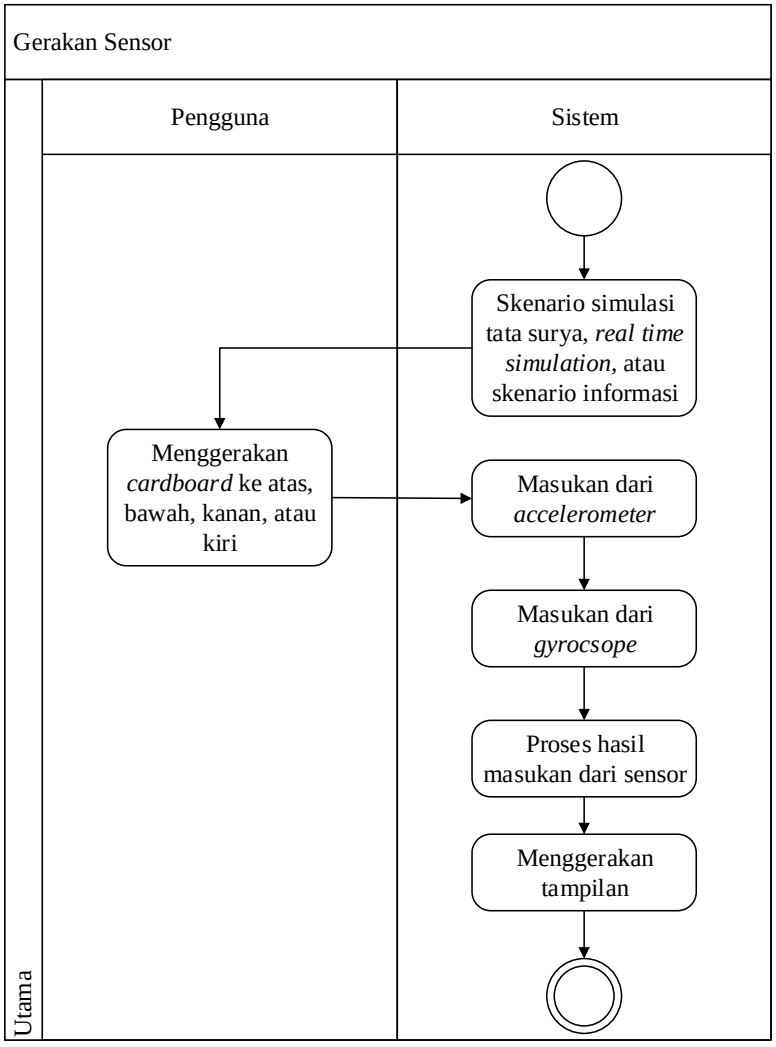
Gambar 3. 17 *Activity Diagram* Skenario *Real Time Simulation*



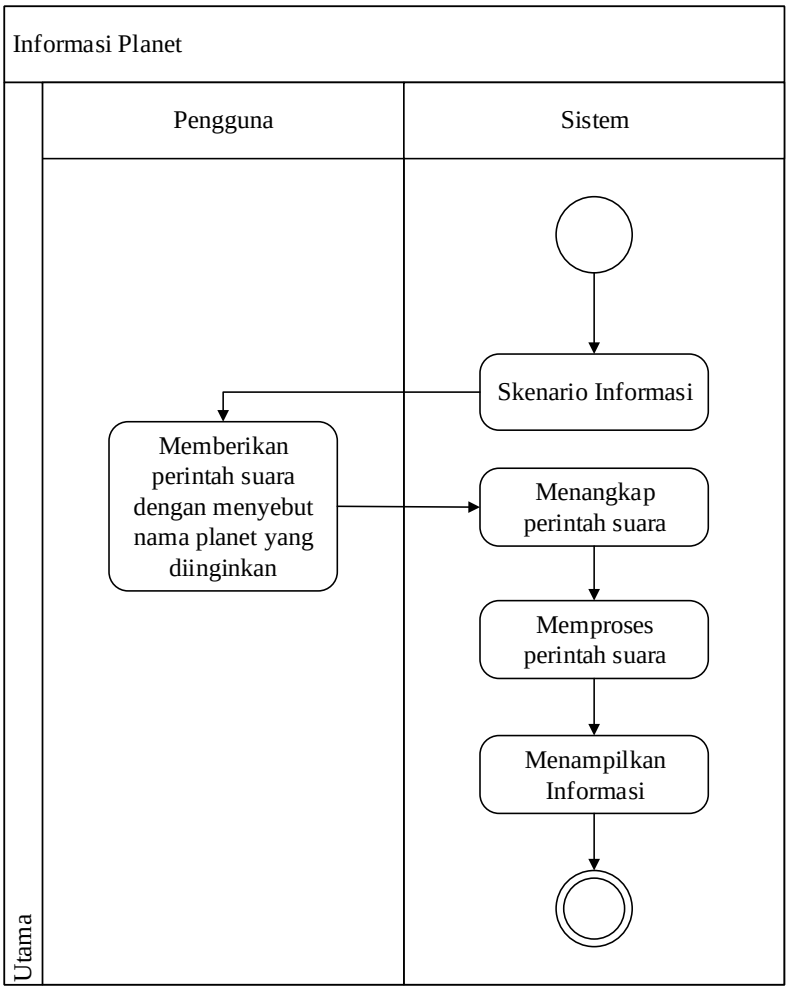
Gambar 3. 18 *Activity Diagram* Skenario Informasi



Gambar 3. 19 *Activity Diagram* Skenario Bantuan



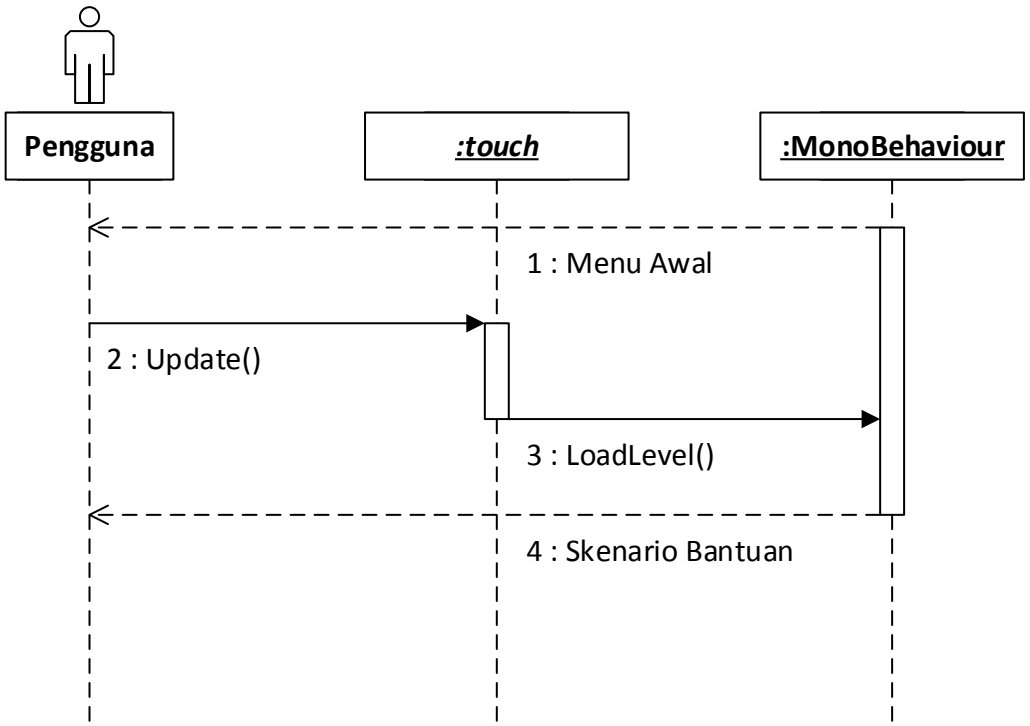
Gambar 3. 20 *Activity Diagram* Gerakan Sensor Utama



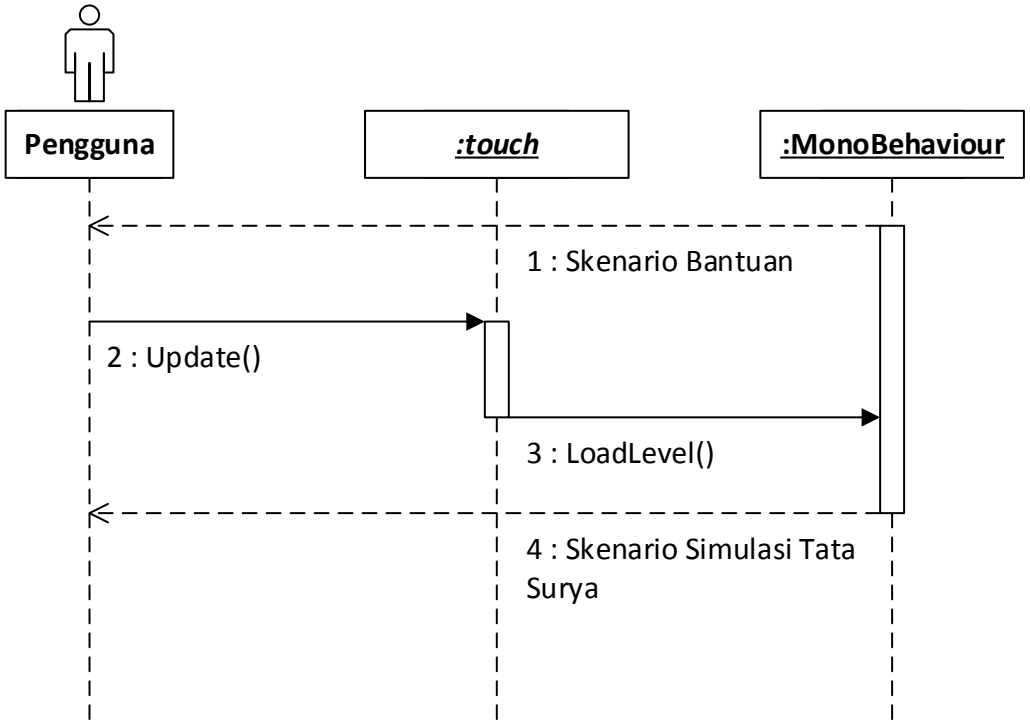
Gambar 3. 21 *Activity Diagram* Informasi Planet

3.1.9.3. Sequence Diagram

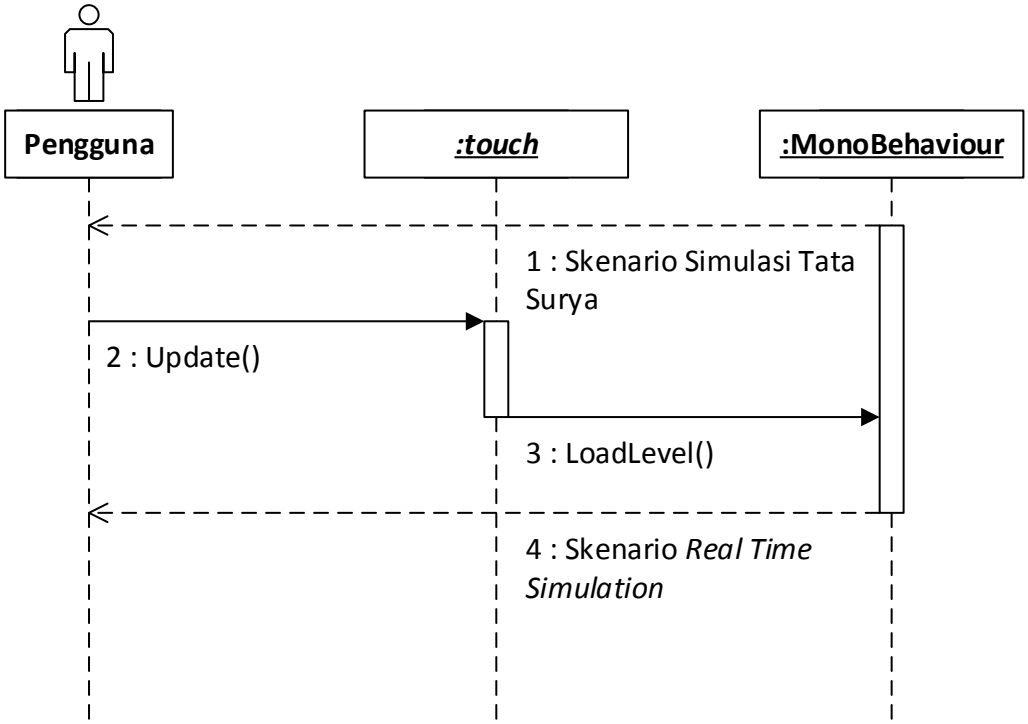
Sequence diagram menggambarkan perilaku objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek. *Sequence diagram* aplikasi simulasi tata surya dapat dilihat pada gambar 3. 22 sampai gambar 3. 32.



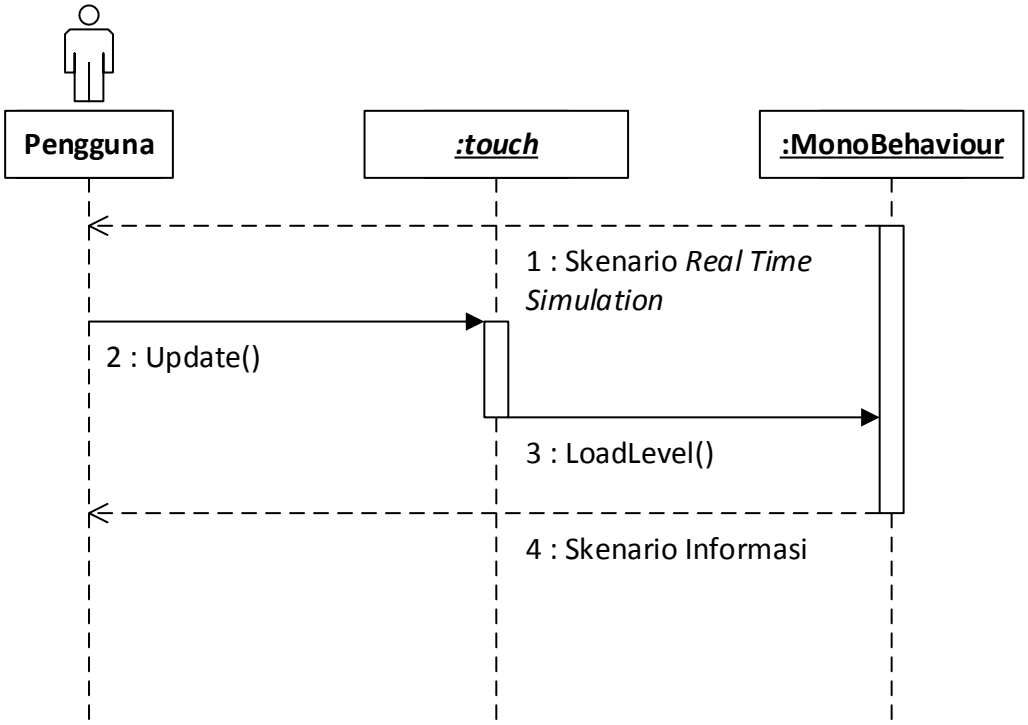
Gambar 3. 22 *Sequence Diagram* Memilih Skenario Utama



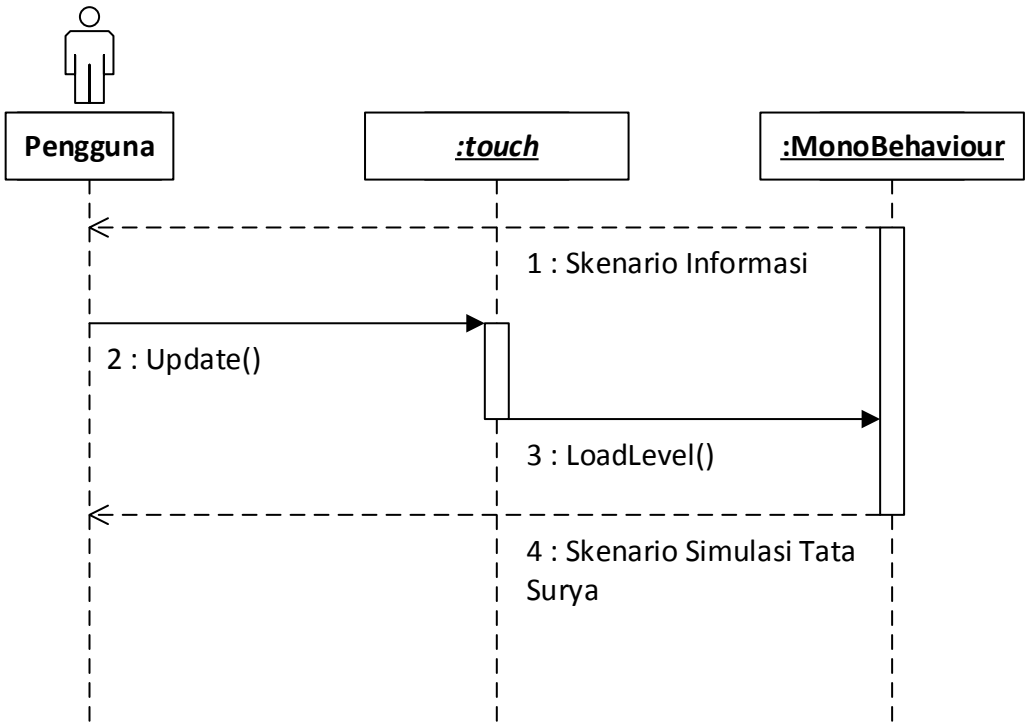
Gambar 3. 23 *Sequence Diagram* Memilih Skenario Alternatif 1



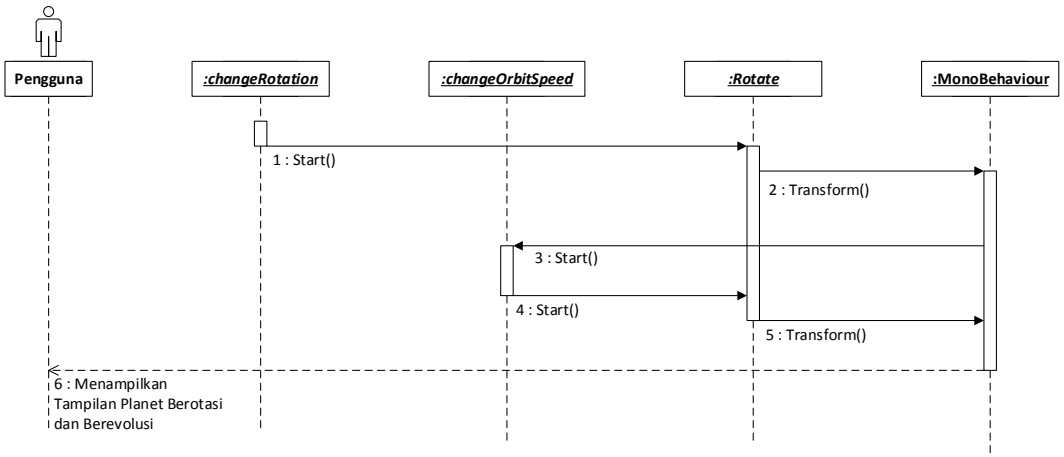
Gambar 3. 24 *Sequence Diagram* Memilih Skenario Alternatif 2



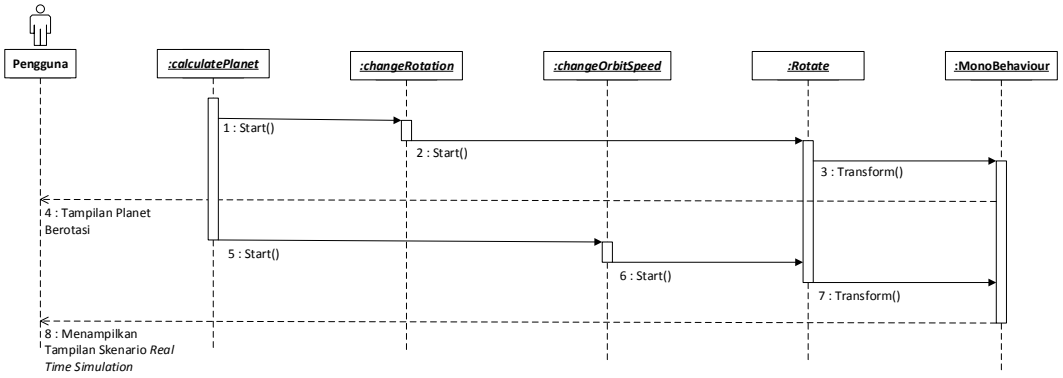
Gambar 3. 25 *Sequence Diagram* Memilih Skenario Alternatif 3



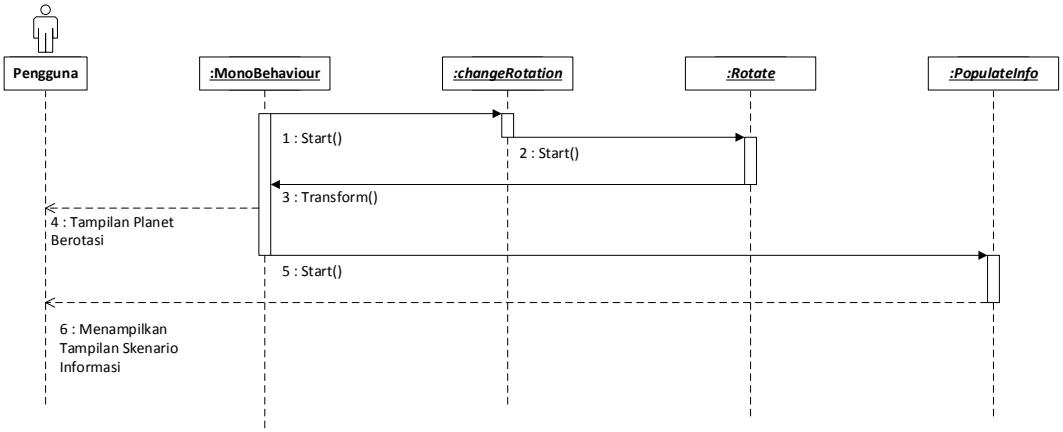
Gambar 3. 26 *Sequence Diagram* Memilih Skenario Alternatif 4



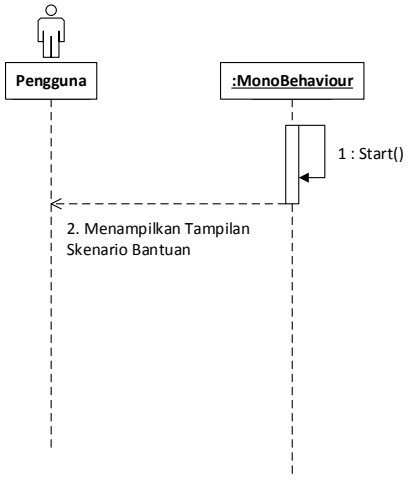
Gambar 3. 27 *Sequence Diagram* Skenario Simulasi Tata Surya Utama



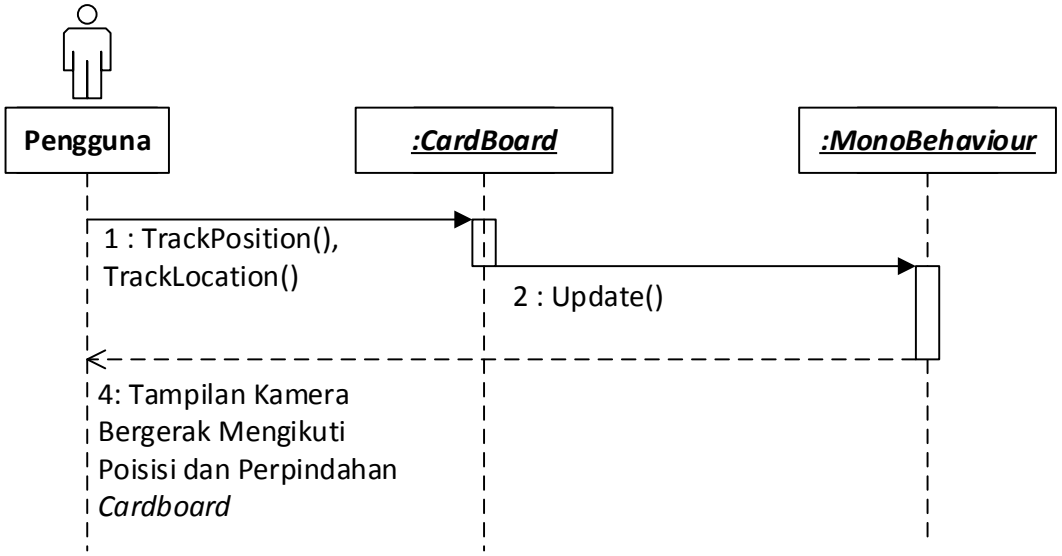
Gambar 3. 28 *Sequence Diagram* Skenario *Real Time Simulation*



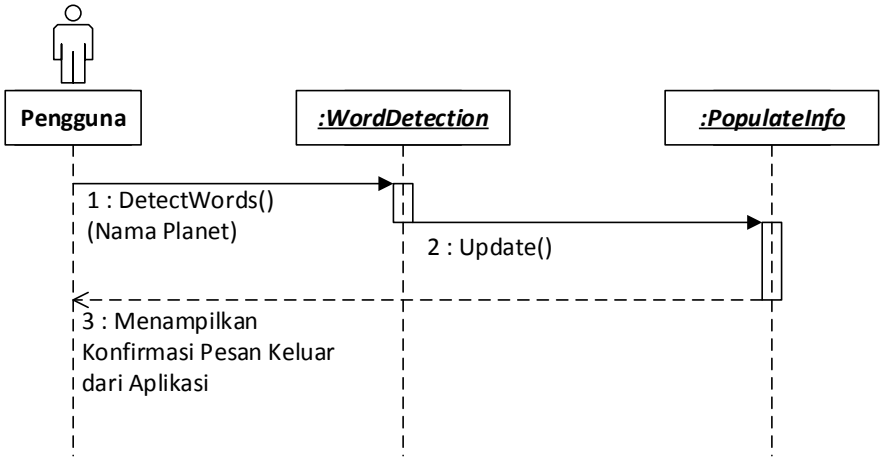
Gambar 3. 29 *Sequence Diagram* Skenario Infomasi



Gambar 3. 30 *Sequence Diagram* Skenario Bantuan



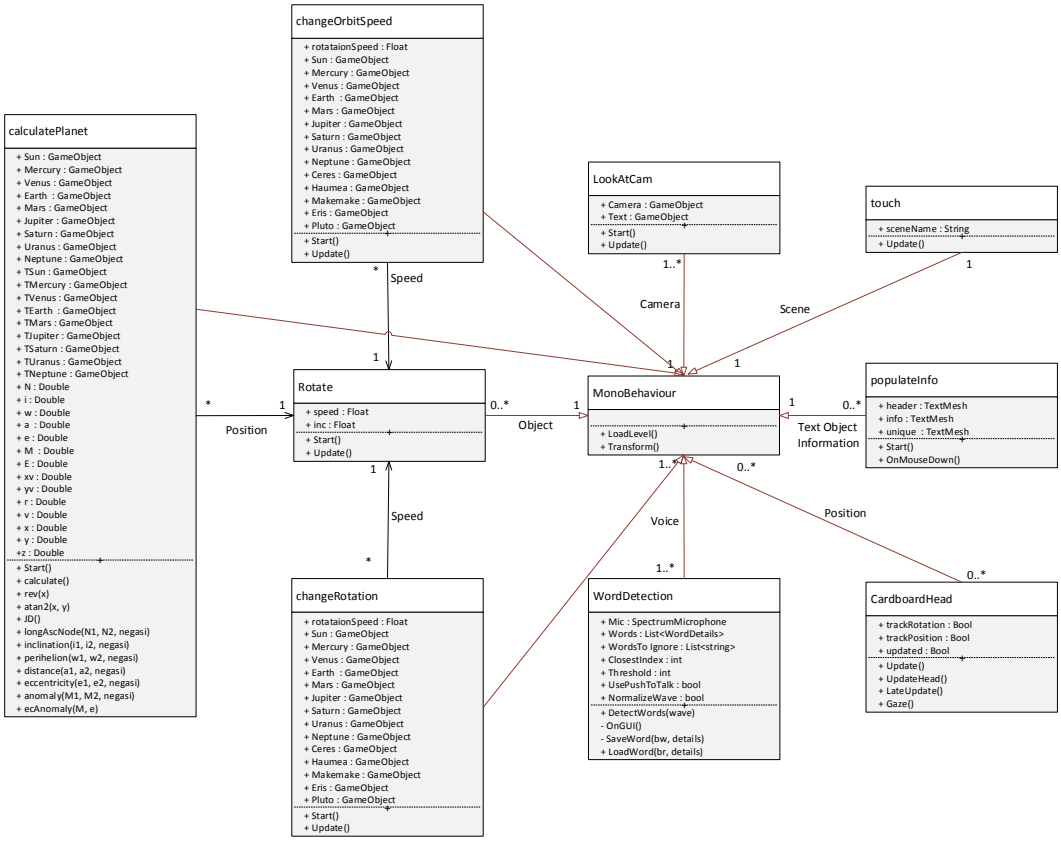
Gambar 3. 31 *Sequence Diagram* Gerakan Sensor Utama



Gambar 3. 32 *Sequence Diagram* Informasi Planet

3.1.9.4. Class Diagram

Class diagram menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. *Class diagram* dari aplikasi simulasi tata surya dapat dilihat pada gambar 3.33.



Gambar 3. 33 *Class Diagram* Simulasi Tata Surya

3.2. Perancangan Sistem

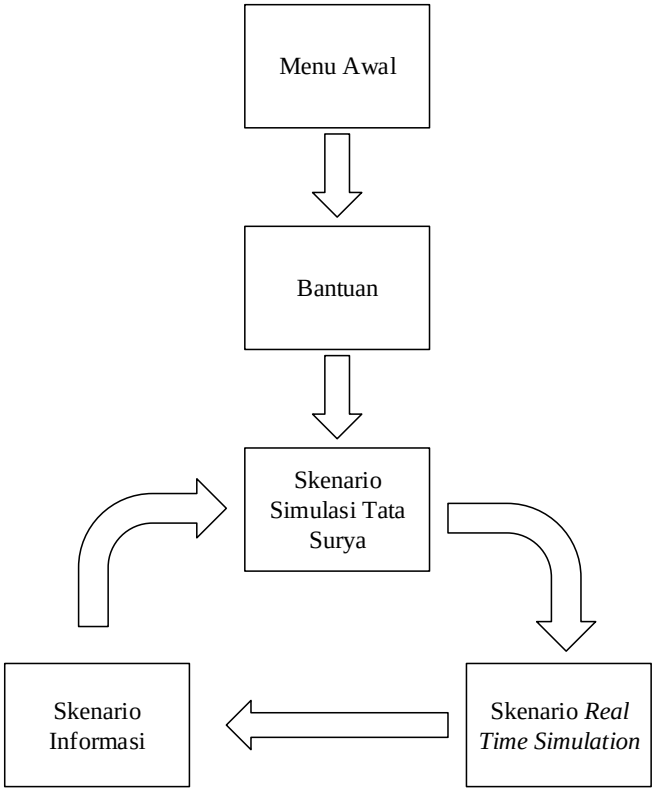
Perancangan merupakan bagian dari metodologi pembangunan suatu perangkat lunak yang harus dilakukan setelah melalui tahapan analisis. Untuk dapat melakukan perancangan sistem maka dilakukan beberapa buah langkah yaitu sebagai berikut :

1. Perancangan Struktur Menu
2. Perancangan Antarmuka
3. Perancangan Pesan
4. Jaringan Semantik

3.2.1. Perancangan Struktur Menu

Perancangan struktur ditujukan untuk mempermudah pembuatan sistem yang diperlukan oleh program yang akan dibangun. Perancangan struktur menu program ini membantu dalam merancang bagian-bagian dari sistem yang sebenarnya dan untuk mengetahui bagian mana yang terlebih dahulu nantinya yang

akan diakses setelah program tersebut selesai. Gambar 3.34 menunjukkan perancangan struktur menu dari sistem yang akan dibangun.

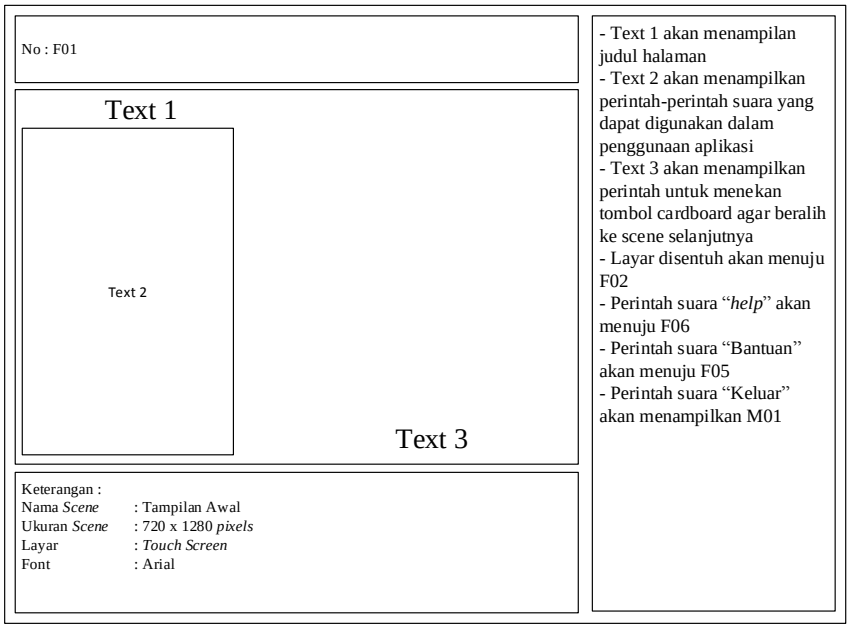


Gambar 3. 34 Struktur Menu Aplikasi

3.2.2. Perancangan Antarmuka

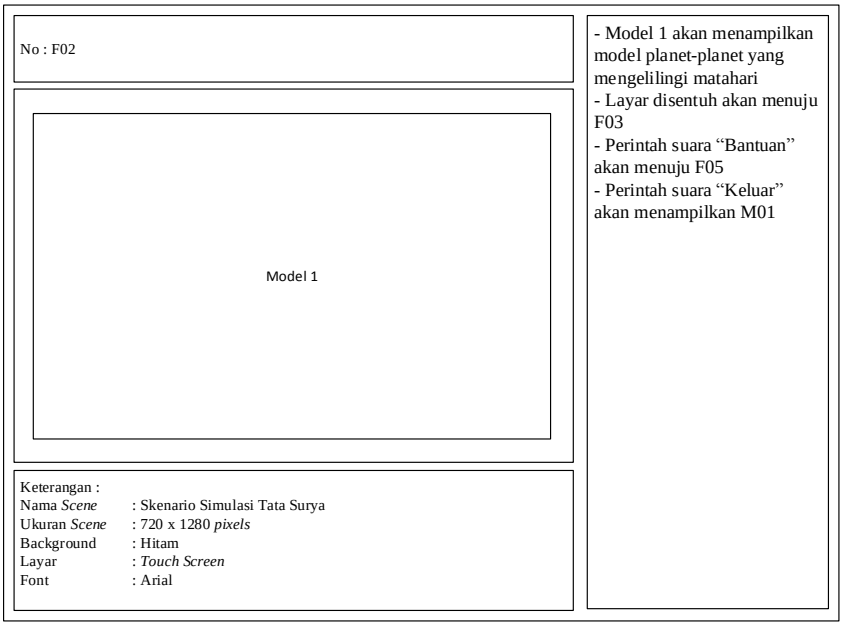
Perancangan antarmuka dibutuhkan untuk mewakili keadaan sebenarnya dari aplikasi yang akan dibangun, berikut akan disajikan perancangan antarmuka dari aplikasi yang akan dibangun dan dapat dilihat pada gambar 3.35 - 3.39 :

1. Menu Awal



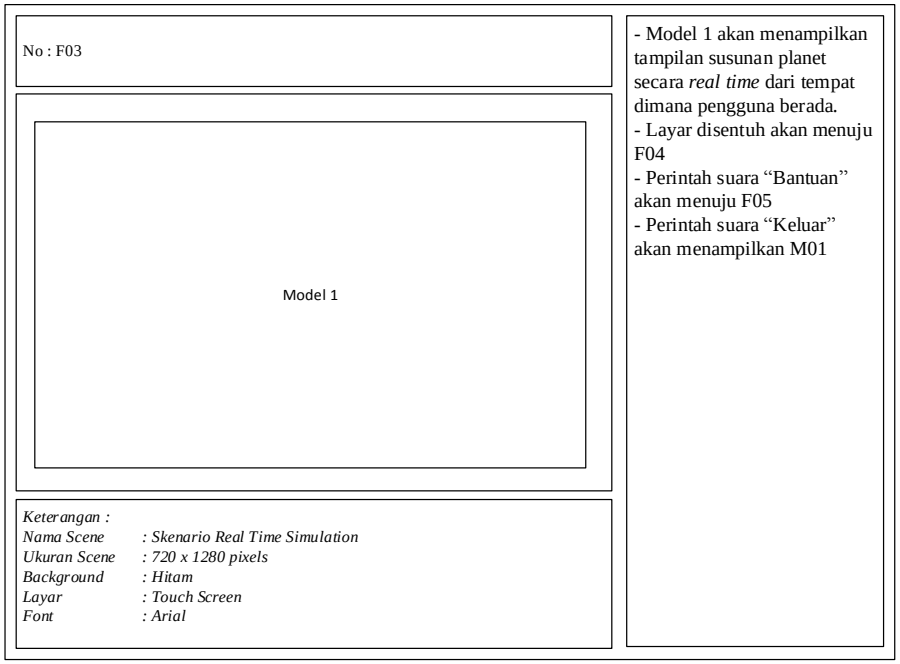
Gambar 3. 35 Perancangan Tampilan Awal

2. Tampilan Skenario Simulasi Tata Surya



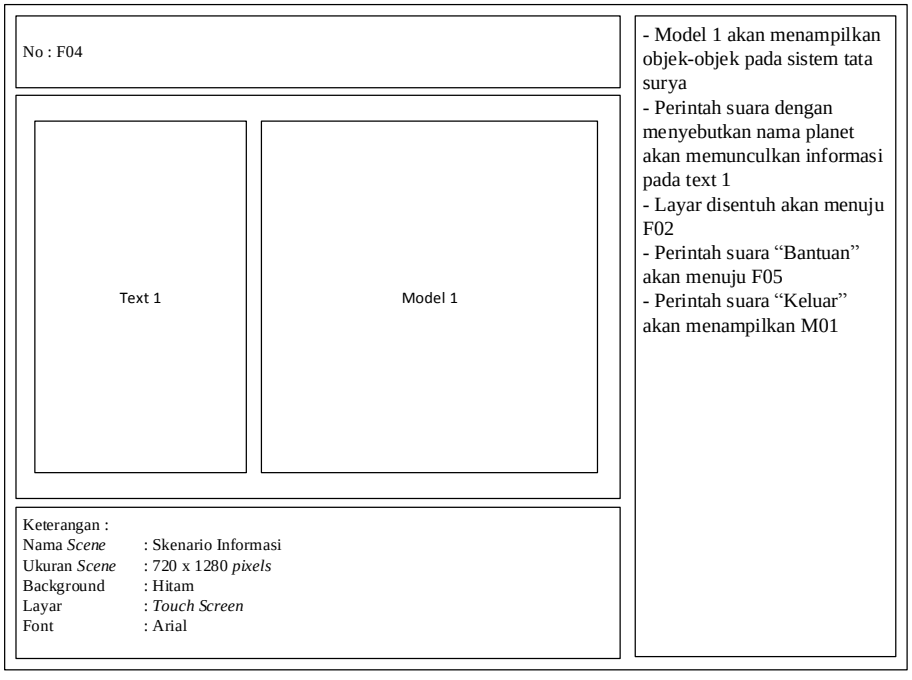
Gambar 3. 36 Perancangan Tampilan Skenario Simulasi Tata Surya

3. Tampilan Skenario *Real Time Simulation*



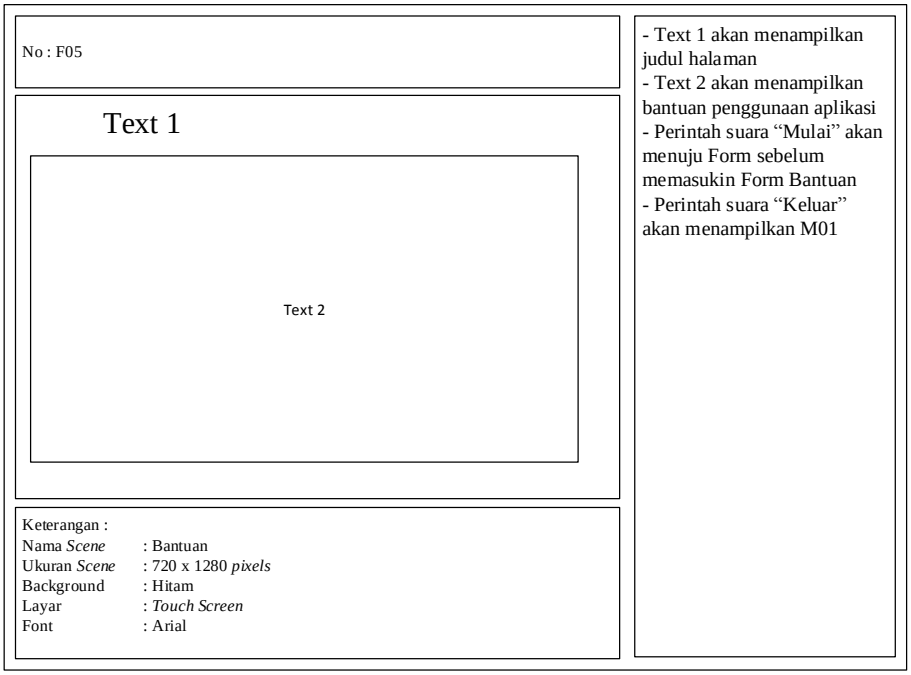
Gambar 3. 37 Perancangan Tampilan Skenario *Real Time Simulation*

4. Tampilan Skenario Informasi



Gambar 3. 38 Perancangan Tampilan Skenario Informasi

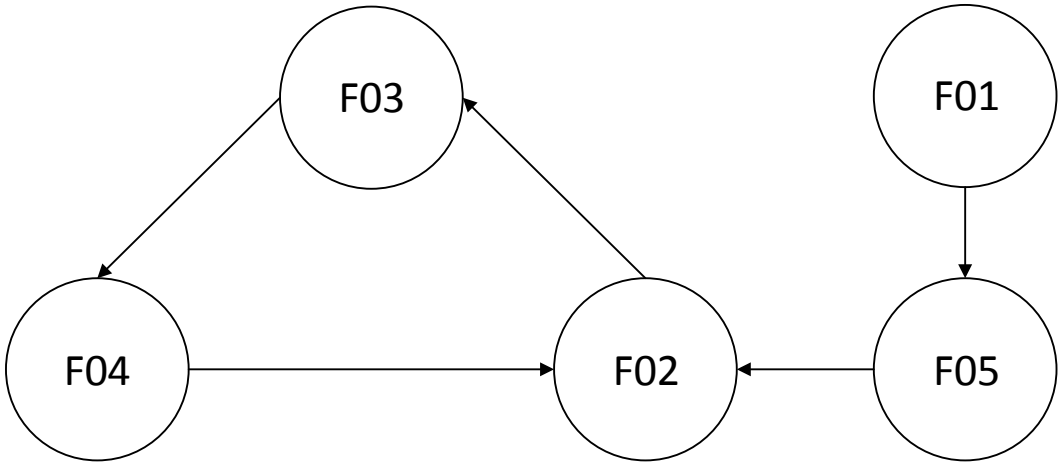
5. Bantuan



Gambar 3. 39 Perancangan Tampilan Bantuan

3.2.3. Jaringan Semantik

Jaringan semantik merupakan gambaran grafis yang menunjukan antar obyek (lingkaran) dan garis yang menggambarkan formasi antar obyek tersebut.



Gambar 3. 40 Jaringan Semantik

Gambar 3.40 menggambarkan jaringan semantik yang terdapat di dalam aplikasi simulasi tata surya. Adapun keterangannya adalah sebagai berikut:

a. F01 : merupakan antarmuka untuk tampilan awal
b. F02 : merupakan antarmuka untuk tampilan skenario simulasi tata surya
c. F03 : merupakan antarmuka untuk tampilan skenario *real time simulation*
d. F04 : merupakan antarmuka untuk tampilan skenario informasi planet
e. F05 : merupakan antarmuka untuk tampilan bantuan