

## BAB III

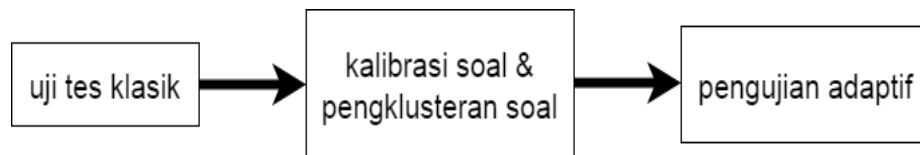
### ANALISIS DAN PERANCANGAN

#### 3.1 Gambaran umum sistem

Dalam tool sistem perangkat lunak ini setidaknya terdapat 4 tahapan untuk melakukan pemrosesan data dari pembangunan banksoal hingga *populating score*, sebagai berikut :

- Uji tes klasik
- Sistem kalibrasi soal
- Sistem pengklusteran soal
- Pengujian adaptif dengan logika fuzzy

Berikut cara kerja sistem secara umum di gambarkan pada gambar 3.1 dibawah ini.



**Gambar 3.1 langkah kerja sistem**

Sebelum soal bisa diujikan secara adaptif, butir soal terlebih dahulu di sajikan dengan metode uji klasik. Dari data jawaban / respon siswa uji klasik tersebut, dianalisa karakteristik butir soal yaitu daya beda dan tingkat kesulitan. Kemudian butir soal diklusterkan berdasarkan kemiripannya pda karakteristik butir tersebut. Pengujian adaptif yang dimaksud pada penelitian ini adalah sebuah metode pengujian dimana soal yang disajikan menyesuaikan tingkat kemampuan

siswa. Dalam penelitian ini menggunakan metode logika fuzzy untuk melakukan estimasi tingkat kemampuan siswa berdasarkan karakteristik butir soal.

### **3.2 Analisis SWOT**

Analisis SWOT berusaha menentukan metode guna memanfaatkan secara maksimal semua kekuatan yang ada serta peluang-peluang yang terbuka, sekaligus menekan atau meminimalkan semua kelemahan serta ancaman yang dihadapi sebagai kondisi awal organisasi. Analisis SWOT didasari oleh suatu logika bahwa keberhasilan suatu organisasi akan ditentukan oleh situasi dan kondisi internal maupun eksternal organisasi yang bersangkutan. Berikut tahapan analisis SWOT dengan pendekatan objek Sekolah Polisi Negara Selopamioro.

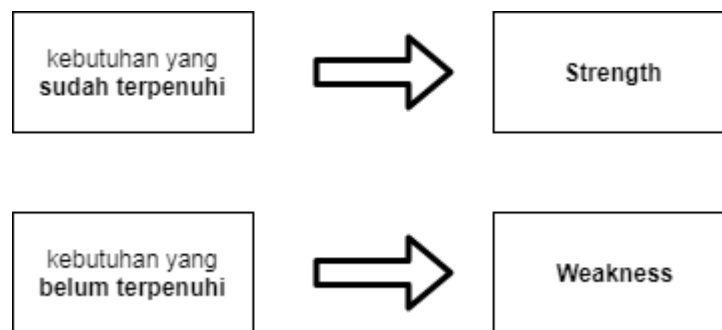
#### **3.2.1 Peluang (*Oportunity*)**

1. Perkembangan teknologi komputer yang pesat. Memungkinkan penggunaan untuk berbagai kebutuhan diberbagai bidang.
2. Instalasi jaringan internet yang sudah mulai masuk keberbagai wilayah, memungkinkan pembuatan sistem informasi dengan penyimpanan dan server melalui internet.
3. Perkembangan disiplin ilmu kecerdasan buatan yang memungkinkan implementasi disiplin ilmu yang lebih luas.
4. Kemudahan mendapatkan layanan hosting dengan server berbagai variasi paket sesuai kebutuhan.
5. Berkembangnya pengembangan uji komputer adaptif.

#### **3.2.2 Kebutuhan – kebutuhan**

1. Ketersediaan perangkat keras untuk melakukan pengujian adaptif.
2. Ketersediaan perangkat lunak untuk melakukan pengujian klasik.
3. Ketersediaan perangkat lunak untuk melakukan analisis karakteristik butir soal.

4. Web server
5. Koneksi internet
6. Modal (biaya) pengembangan
7. Tim development dan maintenance
8. Ketersediaan siswa, guru dan admin
9. Dilakukanya pengujian berbasis komputer
10. Kemudahan pengaksesan data lewat internet.



**Gambar 3.2 SW cause**

### **3.2.3 Kekuatan (*Strength*)**

1. Ketersediaan perangkat keras (laboratorium komputer) untuk melakukan pengujian berbasis komputer.
2. Ketersediaan internet.
3. Ketersediaan anggaran untuk mengembangkan perangkat lunak.
4. Adangan peroses belajar mengajar serta evaluasi pembelajaran.
5. Adanya tes yang bertujuan untuk melakukan seleksi untuk mendapatkan beasiswa pendidikan AKABRI.
6. Adanya staff laboratorium komputer.

### **3.2.4 Kelemahan (*Weakness*)**

1. Belum adanya web server untuk menjadi server yang mengatur olah data sistem CAT.

2. Belum adanya sistem yang bisa manajemen soal dan ujian secara online.
3. Belum adanya perangkat lunak untuk melakukan analisis karakteristik butir soal.
4. Keterbatasan jaringan internet.

#### **3.2.5 Analisis Ancaman (*Threats*)**

1. Pengembangan adaptif tes yang mulai dilakukan oleh berbagai pihak.
2. Ketergantungan dengan sarana pendukung seperti listrik dan internet.
3. Gangguan pada web server.
4. Adanya pihak luar yang ingin mencuri atau merusak data dalam internal sistem

**Tabel 3.1 Tabel Strategi SWOT**

Internal Eksternal	Strength(S)	Weakness (W)
	Strategi S-O	Strategi W-O
<b>Opportunities (O)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat sebuah <i>tool</i> perangkat lunak yang dapat manajemen soal, menyajikan ujian secara klasik dan dapat mengkalibrasi karakteristik butir soal tersebut lalu menyajikanya dalam tes adaptif.</li> <li>• Menggunakan sistem online sehingga sistem bisa di akses dimanapun dan kapanpun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan desain antar muka yang mudah dipahami pengguna</li> <li>• Meningkatkan pengembangan aplikasi untuk memenuhi kebutuhan pengguna</li> </ul>
<b>Threats (T)</b>	Strategi S-T	Strategi W-T
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat sistem autentikasi untuk masuk kedalam sistem</li> <li>• Menggunakan server hosting dari Indonesia, agar akses jaringan stabil dan server tidak mudah hang serta mudah di akses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat versi desktop untuk siswa untuk meminimalisir kebutuhn koneksi saat melakukan pengujian</li> </ul>

### **3.3 Analisis kebutuhan sistem**

#### **3.3.1 Kebutuhan Fungsional**

Analisis kebutuhan fungsional sistem yaitu kebutuhan yang berisi proses – proses apa saja yang dibutuhkan oleh sistem sehingga mempunyai fungsi – fungsi yang dapat dijalankan berdasarkan kebutuhan sistem tersebut.

Kebutuhan fungsional yang ada di dalam sistem dibagi menjadi 3 pengguna yaitu admin, guru dan siswa didik. Berikut detail kebutuhan fungsional masing – masing pengguna.

##### **1. Admin**

- Sistem mampu memberikan autentikasi pada user untuk bisa masuk sebagai admin.
- Sistem harus dapat melakukan manajemen user dari sistem
  - a. Sistem dapat melakukan manajemen terhadap data guru dan siswa. Manajemen data meliputi penambahan data, melihat isi dan edit data serta melakukan penghapusan data siswa dan guru.
  - b. Sistem dapat melakukan manajemen terhadap data tim pengajar meliputi membuat tim pengajar menentukan anggota dan ketua, termasuk melihat daftar tim pengajar, mengedit dan menghapus data tim pengajar.
  - c. Sistem dapat melakukan manajemen data profile admin itu sendiri.
- Sistem dapat melihat respon ujian siswa, yaitu data hasil ujian siswa.

##### **2. Guru**

Berdasar kedudukan di tim pengajar sebuah mata pelajaran guru dibagi menjadi 2 yaitu :

###### **1. Ketua tim pengajar**

- Sistem mampu memberikan autentikasi pada user untuk bisa masuk sebagai ketua tim pengajar.

- Sistem harus dapat manajemen data bank soal
  - a. Sistem mampu membuat bank soal untuk diisi soal oleh para anggota dari tim pengajar.
  - b. Sistem dapat manajemen soal dalam bank soal, meliputi menambah soal, melihat dan mengedit data soal serta menghapus soal.
- Sistem harus dapat manajemen data tes
  - a. Sistem harus dapat membuat tes dari bank soal dimana dia menjadi ketua pada tim pengajar. Test yang dibuat bisa berupa tes klasik dan tes adaptif.
  - b. Sistem dapat melakukan pengeditan dan penghapusan tes, meliputi nama tes jenis tes, waktu tes dan parameter tes lainnya sesuai kebutuhan lingkungan sistem diinstalasi.
  - c. Sistem dapat mengubah status tes (*open / close*).
- Sistem harus dapat menganalisa karakteristik butir soal.
  - a. Sistem dapat melakukan analisa karakteristik butir soal.
  - b. Sistem dapat melakukan peresetan karakteristik butir soal.
  - c. Sistem dapat melakukan pengklusteran soal.
  - d. Sistem dapat melakukan peresatan kluster soal.
- Sistem dapat melihat hasil respon siswa
  - a. Sistem dapat melihat respon siswa, dengan penyaringan maupun tidak.

## 2. Anggota tim pengajar

- Sistem mampu memberikan autentikasi pada user untuk bisa masuk sebagai anggota tim pengajar.
- Sistem harus dapat manajemen data bank soal

- a. Sistem mampu menambahkan soal dalam bank soal, dimana dia menjadi anggota dari tim pengajar dari bank soal tersebut.
- b. Sistem mampu melihat data bank soal.
- c. Sistem bisa melihat detail dan mengedit soal dalam bank soal.
- d. Sistem bisa menghapus data soal dalam bank soal.
- e. Sistem hanya mampu melihat data bank soal.
- Sistem dapat manajemen data tes
  - a. Sistem hanya mampu melihat data tes.
  - b. Sistem hanya mampu mengubah data status tes (*open/close*).

### 3. Siswa / peserta ujian

- Sistem mampu memberikan autentikasi untuk masuk dalam sistem sebagai siswa.
- Sistem mampu memberikan menu registrasi untuk menjadi siswa
- Sistem mampu manajemen profile siswa itu sendiri
- Sistem mampu melihat daftar tes yang memiliki status terbuka / *open* dan siswa tersebut belum mengerjakan tes tersebut
- Sistem mampu melihat hasil ujian yang didapatkan sebelumnya
- Sistem mampu menyajikan ujian baik adaptif maupun klasik. Dan memberikan penilaian yang sesuai.
- Sistem dapat menyajikan tes adaptif dengan metode logika fuzzy dalam pemilihan butir soal selanjutnya.



### 3.3.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional merupakan fungsi-fungsi pendukung yang diperlukan agar sistem yang dibangun dapat beroperasi dengan baik. Adapun kebutuhan non-fungsional ini terdiri dari beberapa macam kebutuhan, seperti:

#### 1. Kebutuhan perangkat keras (*Hardware*)

Perangkat keras untuk menjalankan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Personal Komputer
  - a. *Processor* Intel Pentium Dual Core
  - b. RAM  $\geq$  1 GB
  - c. Hardisk  $\geq$  100 GB
2. Monitor , Keyboard , Mouse
3. Printer

Adapun perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah:

1. Laptop Asus A46 Series
2. RAM 8GB
3. *Processor* Intel(R) Core(TM) i3-3217 CPU @ 1.80GHz
4. Hardisk SSD 256 GB
5. Double monitor dell.
6. Mouse

#### 2. Kebutuhan perangkat lunak (*Software*)

Analisis kebutuhan perangkat lunak bertujuan untuk mengetahui secara tepat perangkat lunak apa saja yang dibutuhkan untuk membangun dan menjalankan sistem pendukung keputusan ini. Perangkat lunak yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Sistem Operasi Windows 7 atau di atasnya.
2. Browser (Mozilla Firefox, Google Chrome).
3. Microsoft .NET 4.5 Framework atau di atasnya.
4. Visual Studio redistributable

Adapun perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah:

1. Sistem Operasi Windows 7 Ultimate SP 1
2. Bahasa Pemrograman HTML, CSS, JavaScript, PHP dan C#
3. IDE / Text Editor untuk website (PHP Storm)
4. IDE untuk C# (Visual Studio 2014 Enterprise)
5. *Server database* menggunakan MySQL Database Version 5.6.21
6. *Server Web* menggunakan XAMPP 7.14 Control Panel v3.2.2 (Apache/2.4.25), PHP 7.1.4 PhpMyAdmin Version 5.0.12 sebagai Database Manager.

### 3. Kebutuhan pengguna (*Brainware*)

Dalam proses perancangan suatu sistem maupun aplikasi tidak terlepas dari berbagai kebutuhan, baik itu kebutuhan hardware, software maupun brainware. Sumber daya manusia adalah orang yang terlibat dalam proses perancangan, pembuatan dan implementasi sistem. Adapun sumber daya manusia yang terlibat dalam pembuatan sistem pengecekan sistem pakar ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisis : orang yang bertanggung jawab atas penelitian, perencanaan, pengkoordinasian, dan merekomendasikan pemilihan perangkat lunak dan sistem yang paling sesuai kebutuhan.

- b. Programmer : orang yang bertanggung jawab mengimplementasikan perancangan dari analisis dalam bentuk program dan aplikasi secara keseluruhan.
- c. Pakar : orang yang mengetahui tentang teori evaluasi pendidikan.
- d. Pakar lapangan : orang yang terjun langsung dalam evaluasi pendidikan, dalam penelitian ini adalah pihak Sekolah Polisi Negara Selopamioro.

### **3.4 Analisis Kelayakan Sistem**

Suatu sistem baru harus diuji kelayakannya untuk dapat dipakai atau tidak dengan mempertimbangkan beberapa faktor apakah sistem yang akan dibangun layak untuk dibangun atau tidak, berdasarkan tujuan utama sistem tersebut.

#### **3.4.1 Kelayakan Teknologi**

Saat ini banyak industri , lembaga dan organisasi yang menerapkan teknologi informasi dalam proses kegiatannya . Hal ini diokarenakan sistem – sistem yang menggunakan teknologi bisa lebih memudahkan penggunaanya.

Sistem baru ini dinyatakan layak secara teknologi karena berbasis apllikasi web dimana proses kerjanya menggunakan teknologi komputer. Data – data akan tersimpan pada satu database yang terpusat.

#### **3.4.2 Kelayakan Operasional**

Sistem *Computerized Adaptive testing* yang dikembangkan ini dapat dioperasikan dengan baik dan bisa mengoptimalkan sumberdaya yang ada, dengan pemberdayagunaan waktu dan personil secara efisien , serta dapat meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi.

### **3.4.3 Kelayakan Hukum**

Pertimbangan dari segi hukum dan peraturan menunjukkan bahwa proyek pembuatan sistem ini ke arah yang lebih baik, tidak menyimpang dari peraturan hukum yang berlaku dan diterapkan oleh pemerintah maupun hukum atau peraturan yang ada. Pada sistem *Computerized Adaptive testing* yang dikembangkan ini tidak terdapat hal – hal yang menyangkut kejahatan teknologi komputer ataupun kejahatan lainnya.

### **3.4.4 Analisis Kelayakan Ekonomi**

Aspek yang dipertimbangkan dalam kelayakan ekonomi adalah besarnya dana yang diperlukan untuk mengembangkan sistem, serta manfaat yang akan diperoleh oleh sistem. Suatu sistem dikatakan ekonomis jika manfaat yang didapatkan lebih besar daripada biaya yang harus dikeluarkan.

Pada objek implementasi yaitu Sekolah Polisi Negara Selopamioro biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan sistem hanya biaya penyewaan hosting web server adalah Rp. 250.000; per tahun, sedang untuk hardware dan parana lainnya memang sudah tersedia di sekolah ini. Kemudian untuk biaya pengembangan sistem ini. Sementara benefit yang didapatkan ialah peningkatan *performance* dan efektifitas evaluasi pendidikan.

## **3.5 Analisis Model Sistem**

### **3.5.1 Uji tes klasik**

Pada tahapan ini dilakukan pengujian secara klasik (teori). Tes yang dilakukan ini berbasis komputer. Soal diambil secara acak dari bank soal kemudian disajikan, dengan berbasis komputer. Output dari tahapan ini adalah respon butir soal yang kemudian digunakan untuk inputan kalibrasi

soal. Berikut pada tabel 3.2 contoh data hasil respon tes yang akan digunakan untuk mengkalibrasi soal.

**Tabel 3.2 respon peserta tes**

noSoal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	nilai
idsiswa											
7601	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	70
7602	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	50
7603	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	80
7604	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	60
7605	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	70
7606	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	50
7607	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	40
7608	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	50
7609	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	30
7610	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	50

kolom idSiswa menunjukan peserta tes. Mendatar satu baris kekanan setelahnya adalah respon jawaban peserta tes tersebut sesuai dengan nomor butir soal diatasnya. Kolom paling ujung kiri menunjukan nilai tes dari peserta pada baris tersebut. Nilai satu pada respon jawaban menandakan peserta menjawab betul pada butir soal tersebut dan nilai nol pada respon jawaban menunjukan peserta menjawab salah pada butir soal tersebut.

### 3.5.2 Sistem pengkalibrasi soal

Sebelum soal bisa diujikan secara adaptif, soal harus dilakukan pengkalibrasian proses ini bertujuan mengidentifikasi tingkat kesulitan soal dan tingkat daya beda soal. Serta kelayakan soal untuk diujikan berdasarkan standar perhitungan yaitu tingkat kesulitan soal dan daya beda. Input pada tahapan ini adalah respon peserta ujian yang sudah diujikkan dengan motode klasik. Output dari tahapan ini adalah daya beda dan tingkat kesulitan soal dari butir soal. selain itu, hasil analisis

ini digunakan untuk acuan apakah butir soal layak digunakan atau tidak. Berdasarkan paparan di bab 2 maka dalam penelitian ini menggunakan standar seperti pada table 3.3.

**Tabel 3.3 standar karakteristik butir soal**

no	parameter	standar
1	daya pembeda	0.2 - 1.0
2	tingkat kesulitan	0.1 - 0.9

### 3.5.2.1 Tingkat kesulitan butir soal

$$\text{tingkat kesulitan} = \frac{\text{jumlah respon terjawab benar}}{\text{jumlah respon}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dari data pada tabel 3.2 jika dilakukan perhitungan tingkat kesulitan soal berdasarkan rumus 3.1 maka akan dihasilkan seperti tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3.4 analisis tingkat kusulitan soal**

no soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
jumlah benar	10	8	9	3	7	2	5	4	1	6
jumlah respon	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
tingkat kesulitan	1.0	0.8	0.9	0.3	0.7	0.2	0.5	0.4	0.1	0.6
Kelayakan	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

Setelah dilakukan perhitungan tingkat kesulitan butir soal diperoleh hasil bahwa semua butir soal layak untuk di ujikan. Semakin tinggi nilai tingkat kesulitan maka butir soal semakin mudah untuk dikerjakan dan begitu pula sebaliknya. Dari data diatas butir soal yang tingkat kesulitan terendah atau butir soal paling mudah adalah butir soal nomor 1, sedangkan butir soal paling sulit atau dengan tingkat kesulitan tertinggi adalah butir soal nomor 9.

### 3.5.2.2 Daya beda butir soal

$$\alpha = \frac{2(BA - BB)}{BA + BB}$$

$\alpha$  = daya beda

BA = jumlah benar kelompok atas

BB = jumlah benar kelompok  
bawah

Pengambilan kelompok bawah dan atas adalah 33 % [7] dari total jumlah peserta ujian. Untuk menghitung daya beda soal pertama kita urutkan respon berdasarkan nilai ujiannya. 33 % siswa dengan nilai tertinggi adalah kelompok atas dan 33% nilai paling rendah adalah kelompok bawah.

**Tabel 3.5 pembagian kelompok atas dan bawah**

	noSoal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	nilai
	IdSiswa											
kelompok atas	7603	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	80
	7601	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	70
	7605	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	70
	7604	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	60
	7602	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	50
	7606	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	50
	7608	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	50
kelompok bawah	7610	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	50
	7607	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	40
	7609	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	30

Maka hasil perhitungandaya beda soal seperti pada tabel 3.6.

**Tabel 3.6 perhitungan daya beda**

noSoal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
benar kelompok atas	3	3	3	2	3	1	2	1	1	3
benar kelompok bawah	3	1	3	1	1	1	1	1	0	0
daya beda	0	0.67	0	0.33	0.67	0	0.33	0	0.33	1

Kemudian dari 2 perhitungan yaitu daya beda dan tingkat kesulitan butir soal, didapat hasil sebagai karakteristik butir soal disebutkan pada tabel 3.7.

**Tabel 3.7 karakteristik butir soal**

noSoal	daya beda	tingkat kesulitan	keterangan
1	0	1	tidak layak
2	0.67	0.8	layak
3	0	0.9	tidak layak
4	0.33	0.3	layak
5	0.67	0.7	layak
6	0	0.2	tidak layak
7	0.33	0.5	layak
8	0	0.4	tidak layak
9	0.33	0.1	layak
10	1	0.6	layak

Dari tabel 3.7 maka diambil kesimpulan bahwa butir soal 1, 3 dan 8 tidak layak untuk di ujikan karena memiliki daya beda nol yang berarti butir soal tersebut tidak bisa membedakan mana siswa yang berkemampuan tinggi dan mana yang bukan.

### **3.5.3 Sistem Pengklusteran Soal**

Setelah butir soal dikalibrasi, kemudian butir soal yang layak untuk di ujikan diklusterkan berdasarkan kemiripan dari masing – masing tingkat kesulitan soal. Metode yang digunakan dalam pengklusteran adalah algoritma *k-Means* dengan metode perhitungan jarak menggunakan *Manhattan/City Block*. Input dari tahapan ini adalah karakteristik butir soal yaitu tingkat kesulitan soal dan daya beda. Output dari proses ini adalah kluster dari butir soal. dalam sistem ini kluster soal digunakan sebagai *scoring* dari pengujian adaptif. Semakin tinggi kluster soal maka semakin sulit tingkat kesulitannya dan daya bedanya sekaligus semakin besar bobot nilai dari butir soal



tersebut jika terjawab dengan benar. Dalam penelitian ini menggunakan 4 kluster soal, dengan detail sebagai dijelaskan pada tabel 3.8.

**Tabel 3.8 bobot kluster**

no	kluster	bobot
1	kluster 1	1
2	kluster 2	2
3	kluster 3	3
4	kluster 4	4

Soal diklusterkan berdasarkan tingkat kesulitan soal, karena daya pembeda tidak berbanding lurus dengan tingkat kesulitan soal. Selain itu dalam teori IRT tingkat kesulitan dihubungkan langsung dengan tingkat kemampuan siswa seperti pada model 1 parameter logistic. Berikut contoh perhitungan kluster soal.

**Table 3.9 data tingkat kesulitan soal**

noSoal	tingkat kesulitan
1	0.8
2	0.6
3	0.5
4	0.3
5	0.2
6	0.1

Kemudian tetapkan centroid, 4 data terawal sebagai initial centroid sebagai iterasi 1. Seperti pada tabel 3.10.

**Tabel 3.10 initial cluster**

centroid	iterasi 1
1	0.8
2	0.6

3	0.5
4	0.3

Hitung jarak tiap data dengan centroid awal, seperti pada tabel 3.11. dengan menggunakan metode *manhattan* dengan rumus.

$$D_{L_1}(x_2, x_1) = \|x_2 - x_1\|_1 = \sum_{j=1}^p |x_{2j} - x_{1j}|$$

$D_L$  : jarak data  
 $x$  : data  
 $p$  : dimensi data  
 $|\cdot|$  : nilai absolut

**Tabel 3.11 jarak dengan centroid**

iterasi 1						
noSoal	tingkat kesulitan	jarak dengan centroid				centroid terdekat
		centroid 1	centroid 2	centroid 3	centroid 4	
1	0.8	0	0.2	0.3	0.5	1
2	0.6	0.2	0	0.1	0.3	2
3	0.5	0.3	0.1	0	0.2	3
4	0.3	0.5	0.3	0.2	0	4
5	0.2	0.6	0.4	0.3	0.1	4
6	0.1	0.7	0.5	0.4	0.2	4

Hitung rerata tiap cluster dan jadikan centroid baru, tabel 3.12.

**Tabel 3.12 centroid iterasi 2**

centroid	iterasi 1	iterasi 2
1	0.8	0.8
2	0.6	0.6
3	0.5	0.5

4	0.3	0.2
---	-----	-----

Hitung jarak dengan centroid iterasi 2, dan masukan kejarak centroid terdekat, tabel 3.13.

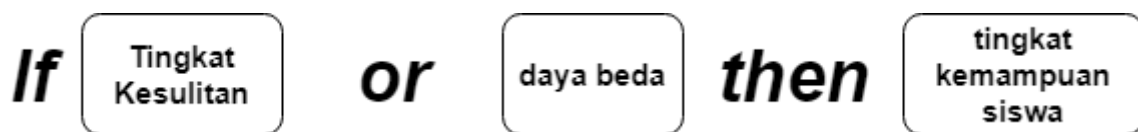
**Tabel 3.13 jarak pada iterasi 2**

iterasi 2						
noSoal	tingkat kesulitan	jarak dengan centroid				centroid terdekat
		centroid 1	centroid 2	centroid 3	centroid 4	
1	0.8	0	0.2	0.3	0.6	1
2	0.6	0.2	0	0.1	0.4	2
3	0.5	0.3	0.1	0	0.3	3
4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.1	4
5	0.2	0.6	0.4	0.3	0	4
6	0.1	0.7	0.5	0.4	0.1	4

Analisis perubahan data tiap centroid, jika ada data yang berubah cluster atau iterasi sudah melebihi 2500 kali maka iterasi dihentikan. Jika masih ada data yang berubah cluster atau iterasi masih dibawah 2500 kali maka ulangi langkah pada tabel 3.10 dan 3.11.

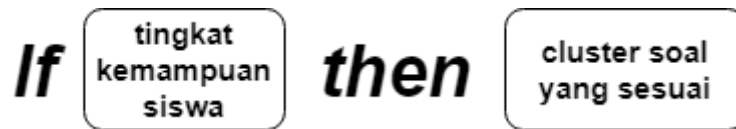
### 3.5.4 Pengujian adaptif dengan logika fuzzy

Berikut alur kerja logika fuzzy digambarkan pada gambar 3.2



**Gambar 3.2 arsitektur aturan fuzzy**

Kemudian output dari proses fuzzy yaitu tingkat kemampuan siswa di implikasikan dengan implikasi sederhana dengan kluster soal yang sesuai.



**Gambar 3.3 implikasi output**

Dalam sistem ini menggunakan 2 tipe set aturan fuzzy, yaitu ketika peserta berhasil menjawab soal dengan benar dan ketika peserta menjawab salah. Pada prinsipnya ialah menaikkan ketika benar dan menurunkan ketika salah. Tapi estimasi kenaikan dan penurunan tersebut yang tidak bisa kita prediksi dengan model konvensional. Oleh karena itu dalam penelitian ini mengimplementasikan logika fuzzy untuk melakukan estimasi terhadap penurunan dan kenaikan tersebut. Set aturan fuzzy yang digunakan saat peserta menjawab dengan benar adalah sebagai berikut :

- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) turun atau daya beda ( $\alpha$ ) naik, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) naik.
- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) turun atau daya beda ( $\alpha$ ) turun, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) naik.
- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) naik dan daya beda ( $\alpha$ ) naik, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) naik.
- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) naik dan daya beda ( $\alpha$ ) turun, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) turun.

Set aturan diatas adalah untuk estimasi kenaikan kemampuan siswa, yaitu saat siswa berhasil menjawab dengan benar butir soal. Sedangkan set aturan untuk estimasi penurunan adalah sebagai berikut :

- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) turun atau daya beda ( $\alpha$ ) naik, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) turun.
- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) turun dan daya beda ( $\alpha$ ) turun, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) turun.
- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) naik dan daya beda ( $\alpha$ ) naik, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) turun.
- Jika indeks kesulitan soal ( $b$ ) naik dan daya beda ( $\alpha$ ) turun, maka tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ ) naik.

Berikut adalah contoh alur kerja perhitungan logika fuzzy yang digunakan dengan satu *sequence* benar dan salah. Dengan menggunakan data soal pada tabel 3.14.

**Tabel 3.14 raw data soal**

noSoal	tingkat kesulitan	daya pembeda	cluster
1	0.8	0.3	1
2	0.8	0.3	1
3	0.7	0.3	2
4	0.6	0.4	3
5	0.6	0.6	3
6	0.6	0.4	3
7	0.5	0.6	3
8	0.5	0.4	3
9	0.1	0.2	4
10	0.2	0.2	4

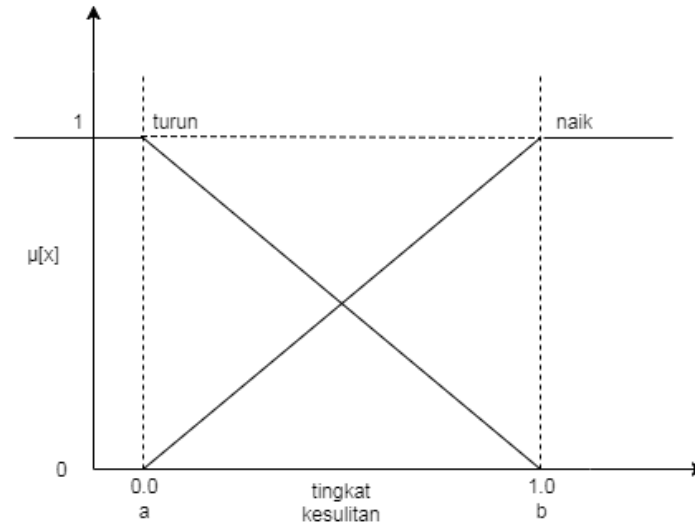
#### 3.5.4.1 Pembentukan himpunan fuzzy

Ada 3 variabel fuzzy yang digunakan yaitu :

- Index kesulitan (b)

0.0 – 1.0,  $x = b$

Anggotanya dari 0.0 hingga 1.0. Terdiri dari 2 himpunan fuzzy yaitu naik dan turun



**Gambar 3.4 kurva himpunan tingkat kesulitan**

$$\mu_{bnaik}[x] = \begin{cases} 0 & \longrightarrow x < 0.0 \\ \frac{x - 0.0}{1 - 0} & \longrightarrow 0.0 \leq x \leq 1.0 \\ 1 & \longrightarrow x > 1.0 \end{cases}$$

**Gambar 3.5 derajat kesulitan naik**

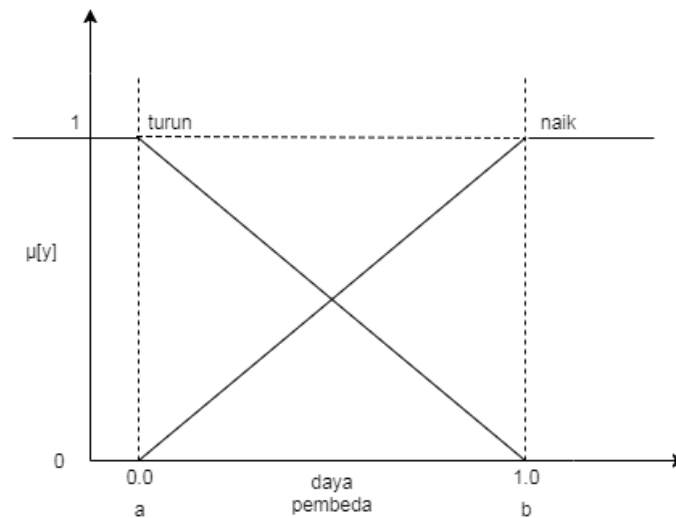
$$\mu_{bturun}[x] = \begin{cases} 1 & \longrightarrow x < 0.0 \\ \frac{1.0 - x}{1 - 0} & \longrightarrow 0.0 \leq x \leq 1.0 \\ 0 & \longrightarrow x > 1.0 \end{cases}$$

**Gambar 3.6 derajat kesulitan turun**

- Daya beda ( $\alpha$ )

$0.0 - 1.0, y = \alpha$

Anggotanya dari 0.2 hingga 1.0. Terdiri dari 2 himpunan fuzzy yaitu naik dan turun



**Gambar 3.7 kurva daya beda soal**

$$\mu_{\text{aturun}}[y] = \begin{cases} 1 & \longrightarrow y < 0 \\ \frac{1 - y}{1 - 0} & \longrightarrow 0 \leq y \leq 1.0 \\ 0 & \longrightarrow y > 1.0 \end{cases}$$

**Gambar 3.8 derajat keanggotaan daya beda turun**

$$\mu_{\text{naik}}[y] = \begin{cases} 0 & \longrightarrow y < 0.0 \\ \frac{y - 0}{1 - 0} & \longrightarrow 0.0 \leq y \leq 1.0 \\ 1 & \longrightarrow y > 1.0 \end{cases}$$

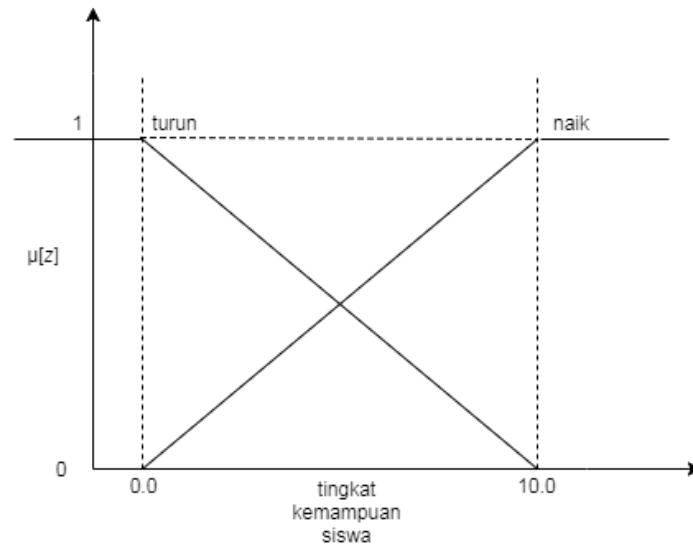
**Gambar 3.9** derajat keanggotaan daya beda naik

- Tingkat kemampuan siswa ( $\theta$ )

$0.0 - 10.0, z = \theta$

Dalam penelitian ini jarak himpunan variabel output adalah  $0.0 - 1.0$  yang kemudian akan diimplikasikan sederhana dengan kluster soal yang akan disajikan. Variabel ini terdiri dari 2 himpunan fuzzy yaitu naik dan turun, seperti pada gambar 3.10.





**Gambar 3.10 kurva tingkat kemampuan siswa**

$$\mu_{\theta_{\text{turun}}}[z] = \begin{cases} 1 & \longrightarrow z < 0.0 \\ \frac{10.0 - z}{\theta} & \longrightarrow 0.0 \leq z \leq 10.0 \\ 0 & \longrightarrow z > 10.0 \end{cases}$$

**Gambar 3.11 derajat keanggotaan kemampuan siswa turun**

$$\mu_{\theta_{\text{naik}}}[z] = \begin{cases} 0 & \longrightarrow z < 0.0 \\ \frac{z - 0.0}{\theta} & \longrightarrow 0.0 \leq z \leq 10.0 \\ 1 & \longrightarrow z > 10.0 \end{cases}$$

### Gambar 3.12 derajat keanggotaan kemampuan siswa naik

Kemudian output fuzzy di implikasikan dengan kluster soal seperti tabel 3.15.

**Tabel 3.15 implikasi output**

tingkat kemampuan	Cluster
0.0 - 2.4	1
2.5 - 4.9	2
5.0 - 7.4	3
7.5 - 10.0	4

Pada awal mula peserta ujian mendapatkan butir paling mudah yaitu idSoal 1 pada tabel 3.13 dengan  $b = 0.8$  dan  $\alpha = 0.2$ .

$$\mu_{bturun}[0.8] = \frac{(1.0 - 0.8)}{1} = 0.2$$

$$\mu_{bnaik}[0.8] = \frac{(0.8 - 0.0)}{1} = 0.8$$

$$\mu_{\alpha turun}[0.3] = \frac{(1.0 - 0.3)}{1} = 0.7$$

$$\mu_{\alpha naik}[0.3] = \frac{(0.3 - 0.0)}{1} = 0.3$$

Implementasi derajat keanggotaan pada set rule fuzzy dan hitung daerah hasil dari tiap rule seperti dijelaskan pada langkah berikut :

- Rule 1

$$\alpha_1 = \max(\mu_{bturun}; \mu_{\alpha naik})$$

$$\alpha_1 = \min(0.2; 0.3) = 0.3$$

$$z_1 \Rightarrow (z_1 - 0) / 10 = 0.3$$

$$z_1 = 3$$

- Rule 2

$$\alpha_2 = \max(\text{bturun}; \alpha_{\text{turun}})$$

$$\alpha_2 = \max(0.2; 0.7)$$

$$\alpha_2 = 0.7$$

$$z_2 \Rightarrow (z_2 - 0) / 10 = 0.7$$

$$z_2 = 7$$

- Rule 3

$$\alpha_3 = \max(\text{bnaik}; \alpha_{\text{naik}})$$

$$\alpha_3 = \max(0.8; 0.3)$$

$$\alpha_3 = 0.8$$

$$z_3 \Rightarrow (z_3 - 0) / 10 = 0.8$$

$$z_3 = 8$$

- Rule 4

$$\alpha_4 = \max(\text{bnaik}; \alpha_{\text{turun}})$$

$$\alpha_4 = \max(0.8; 0.7)$$

$$\alpha_4 = 0.8$$

$$z_4 \Rightarrow (z_4 - 0) / 10 = 0.8$$

$$z_4 = 8$$

Hitung rerata daerah hasil variabel output

$$z = \frac{(0.3 * 3) + (0.7 * 7) + (0.8 * 8) + (0.8 * 2)}{0.3 + 0.7 + 0.8 + 0.8} = 5.30769$$

**$Z = 3.571 = \text{kluster 3.}$**

Butir soal selanjutnya adalah kluster 3. Dalam konteks ini butir soal yang diberikan adalah nomor 4 dengan tingkat kesulitan 0.6 dan daya beda 0.4. Kemudian jika peserta menjawab salah maka perhitungan fuzzy akan seperti dibawah ini.

$$\mu_{\text{bturun}}[0.6] = \frac{(1.0 - 0.6)}{1} = 0.4$$

$$\mu_{\text{bnaik}}[0.6] = \frac{(0.6 - 0.0)}{1} = 0.6$$

$$\mu_{\alpha \text{turun}}[0.4] = \frac{(1.0 - 0.4)}{1} = 0.6$$

$$\mu_{\alpha \text{naik}}[0.4] = \frac{(0.4 - 0.0)}{1} = 0.4$$

- Rule 1

$$\alpha 1 = \max(\mu_{\text{bturun}}; \mu_{\alpha \text{naik}})$$

$$\alpha 1 = \min(0.4; 0.4)$$

$$\alpha 1 = 0.4$$

$$z1 \Rightarrow (10 - z1)/10 = 0.4$$

$$z1 \Rightarrow 10 - z1 = 4$$

$$z1 = 6$$

- Rule 2

$$\alpha2 = \max(\text{bturun}; \alpha\text{turun})$$

$$\alpha2 = \max(0.4; 0.6)$$

$$\alpha2 = 0.6$$

$$z2 \Rightarrow (10 - z2)/10 = 0.6$$

$$z2 \Rightarrow 10 - z2 = 6$$

$$z2 = 4$$

- Rule 3

$$\alpha3 = \max(\text{bnaik}; \alpha\text{tnaik})$$

$$\alpha3 = \max(0.6; 0.4)$$

$$\alpha3 = 0.6$$

$$z3 \Rightarrow (10 - z3) / 10 = 0.6$$

$$z3 = 4$$

- Rule 4

$$\alpha4 = \max(\text{bnaik}; \alpha\text{turun})$$

$$\alpha4 = \min(0.6; 0.6)$$

$$\alpha4 = 0.6$$

$$z4 \Rightarrow (z4 - 0) / 10 = 0.6$$

$$z4 = 6$$

hitung rerata daerah variabel hasil.

$$z = \frac{(0.4*6) + (0.6 * 4) + (0.6 * 4) + (0.6 * 6)}{0.4 + 0.6 + 0.6 + 0.6} = 4.9$$

Berdasarkan tabel 3.13 maka butir soal selanjutnya turun satu kluster yaitu butir soal dari kluster 2. Proses fuzzy seperti diatas akan diulangi untuk memilihkan penyajian butir soal selanjutnya hingga jumlah soal yang tersaji tercapai, sesuai saat pembuatan tes. Lalu untuk penilaian pada pengujian adaptif ini, adalah dengan akumulasi poin dari soal yang dijawab benar, dimana skor tiap butirnya tergantung dari kluster butir soal tersebut, seperti yang dijelaskan pada tabel 3.6.

Dari perhitungan analisis karakteristik butir, klustering soal dan pemilihan butir tes dengan menggunakan fuzzy login dapat disimpulkan bahwa :

- Karakteristik butir soal dapat dicari dengan melakukan perhitungan hasil respon ujian peserta tes.
- Metode *k-Means* dapat mengelompokan butir soal sesuai dengan kemiripan karakteristik butir soal.
- Metode fuzzy dapat mengestimasi kenaikan dan penurunan tingkat kemampuan siswa sesuai dengan butir soal yang dikerjakan.

### **3.6 Perancangan Sistem**

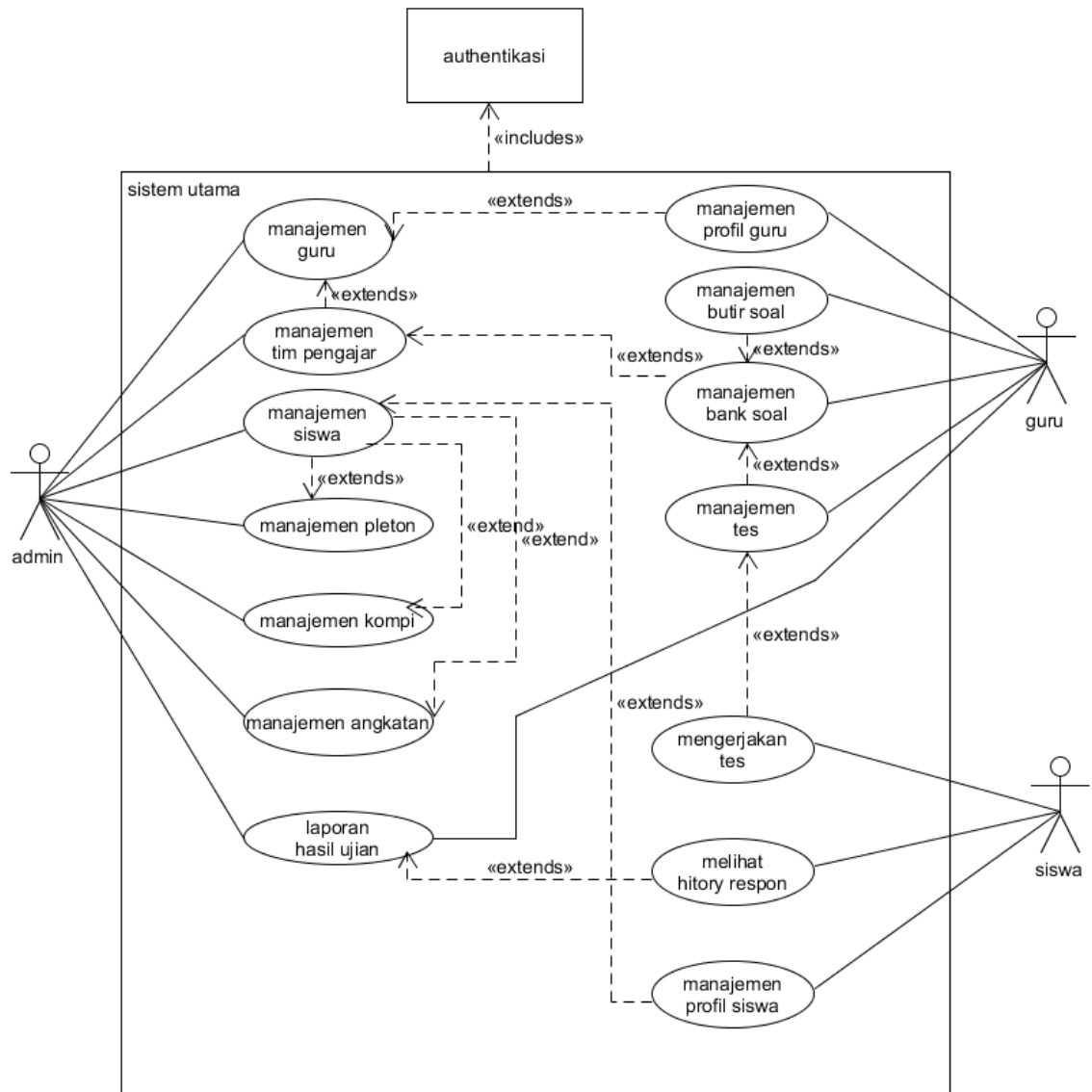
Perancangan sistem secara umum dilakukan dengan maksud untuk memberikan gambaran umum tentang sistem yang baru atau sistem yang sedang dirancang. Rancangan ini mengidentifikasi komponen-komponen sistem informasi yang dirancang secara rinci.

#### **3.6.1 Perancangan UML**

UML (*Unified Modeling Language*) adalah sebuah bahasa yang menggunakan grafik atau gambar untuk memisualisasi, menspesifikasikan, membangun, dan mendokumentasikan dari sebuah sistem pengembangan *software* berbasis *object-oriented*.

#### **3.6.1.1 Use Case Diagram**

Berikut ini adalah bentuk dari *use case diagram* yang digambarkan dalam perancangan sistem. Disini akan dijelaskan siapa dan apa saja yang dilakukan ketika aplikasi jalan. Dalam sistem ini ada 3 jenis user yang memiliki *case* yang berbeda dalam pegoprasian program.



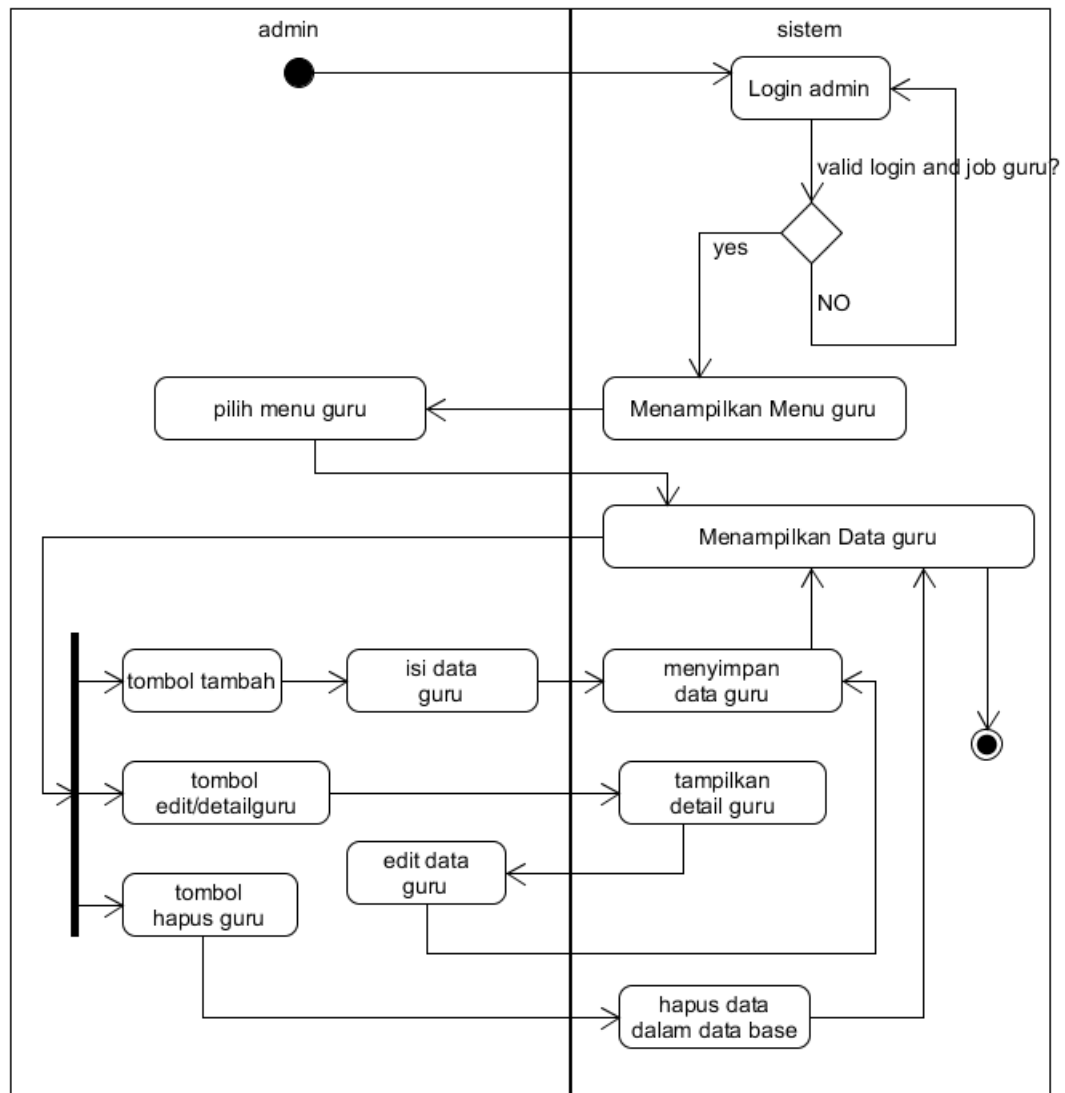
**Gambar 3.13 use case sistem**



### 3.6.1.2 Aktifiti diagram

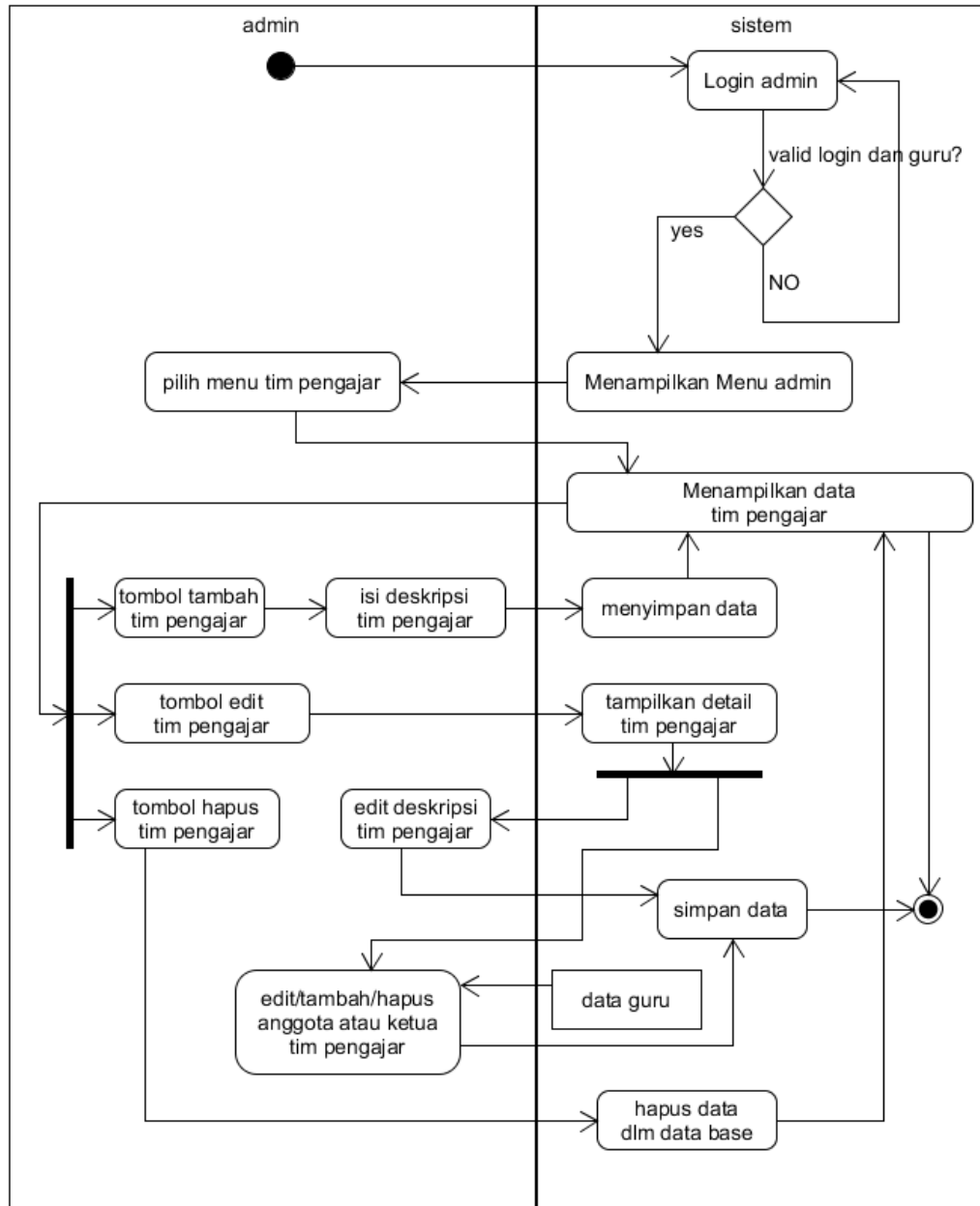
Berikut activity diagram dari sistem ini, menjelaskan alur jalanya program baik dari segi user yaitu admin, guru dan siswa maupun dari internal pemrosesan sistem ini.

#### 1. Manajemen data guru oleh admin



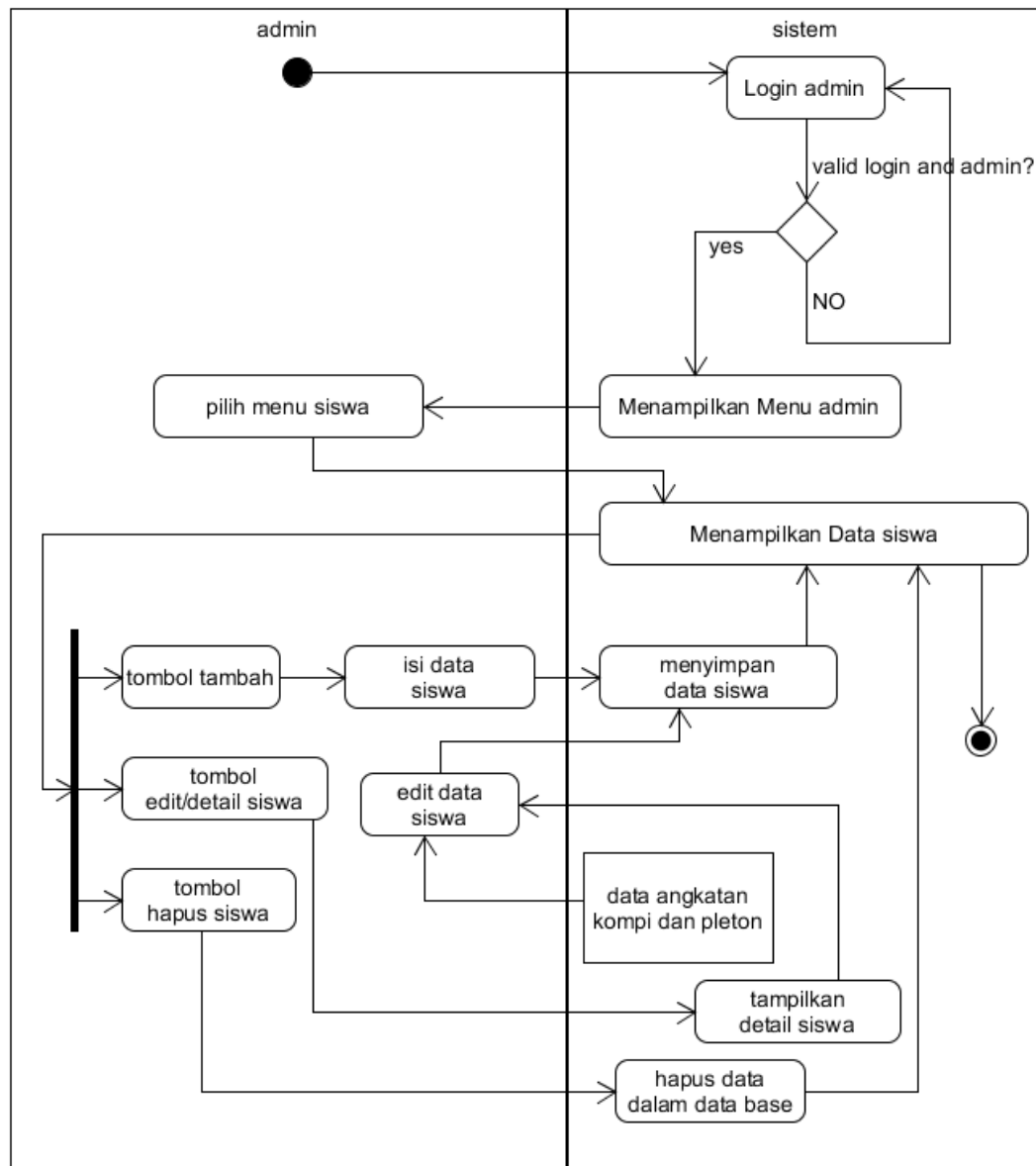
**Gambar 3.14** aktifitas diagram olah data guru

## 2. Manajemen data tim pengajar oleh admin



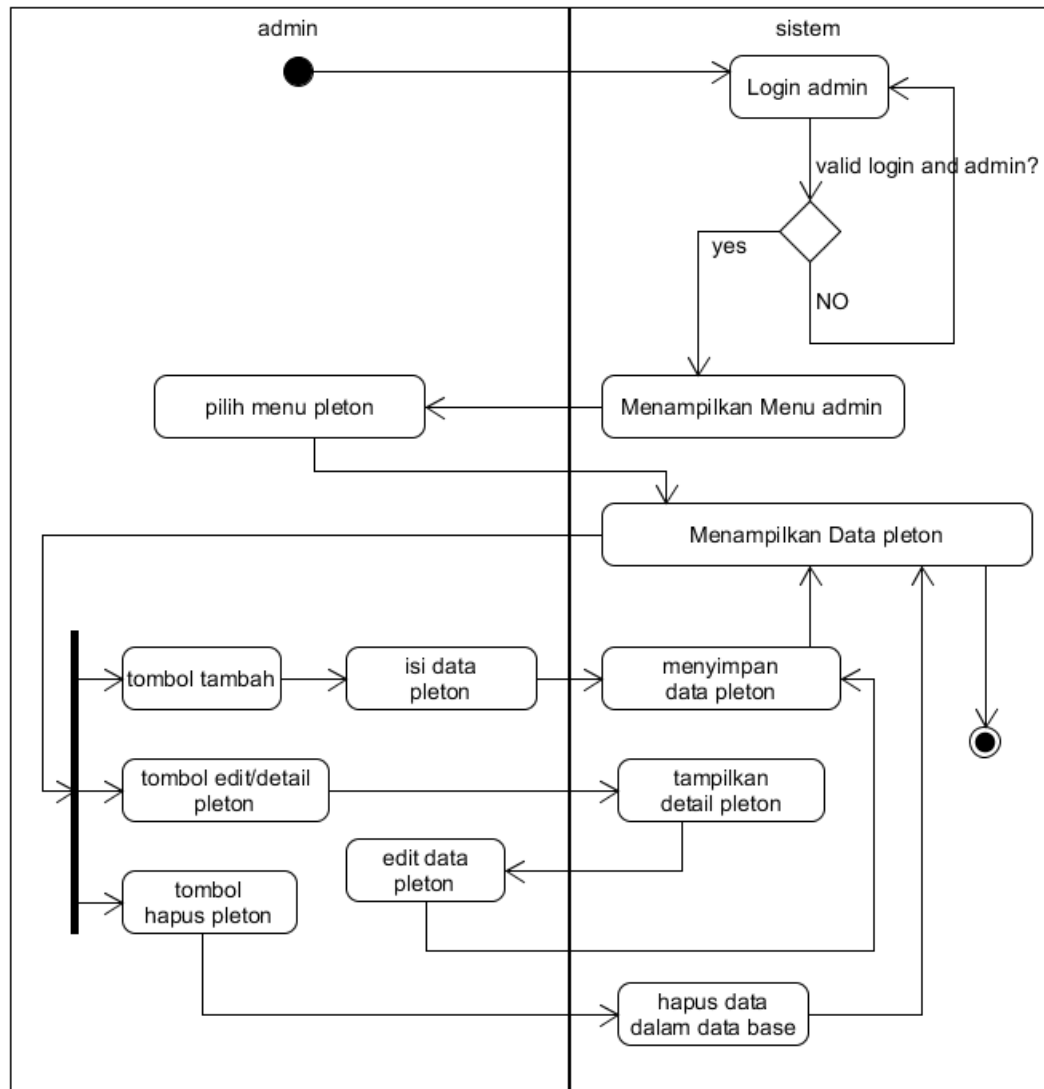
**Gambar 3.15 aktifitas diagram olah data tim pengajar**

### 3. Manajemen data siswa oleh admin



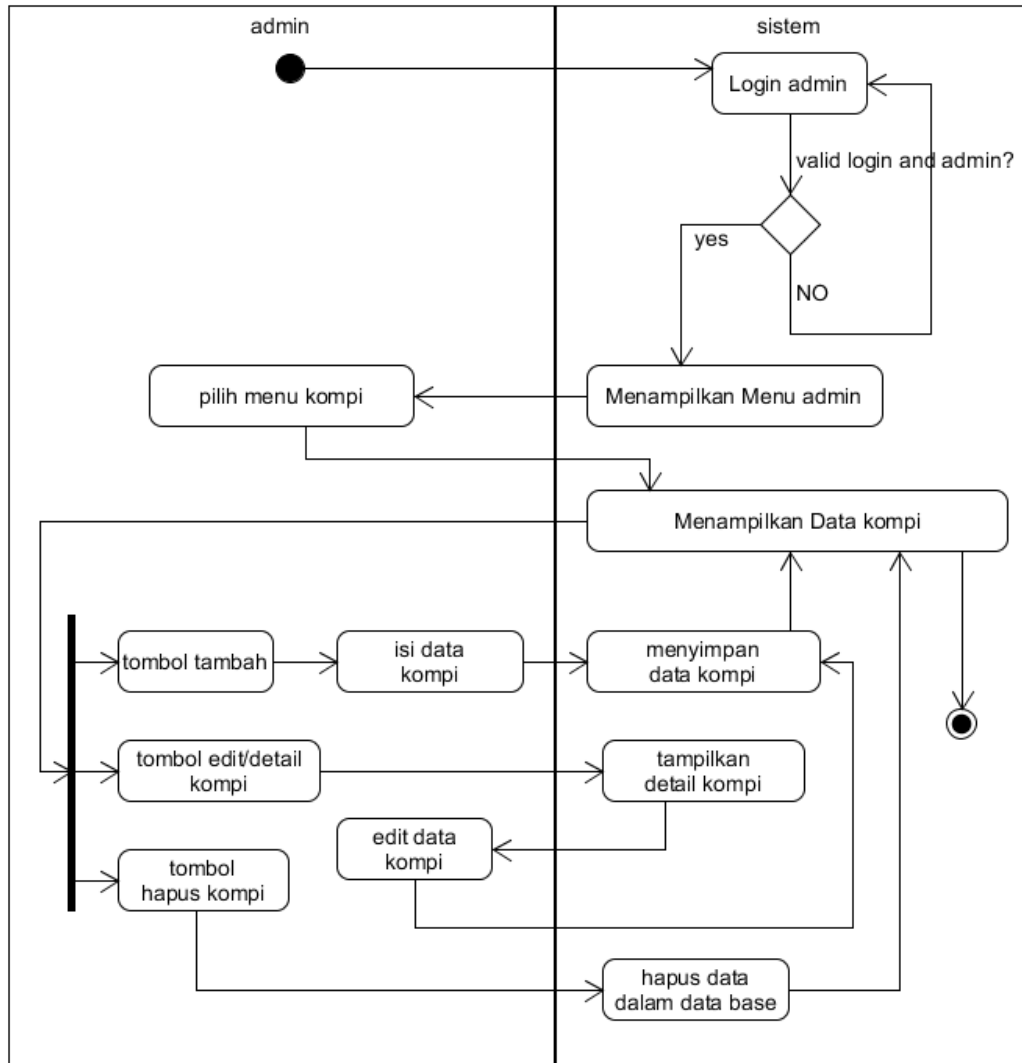
**Gambar 3.16** aktifitas diagram olah data siswa

#### 4. Manajemen data pleton siswa oleh admin



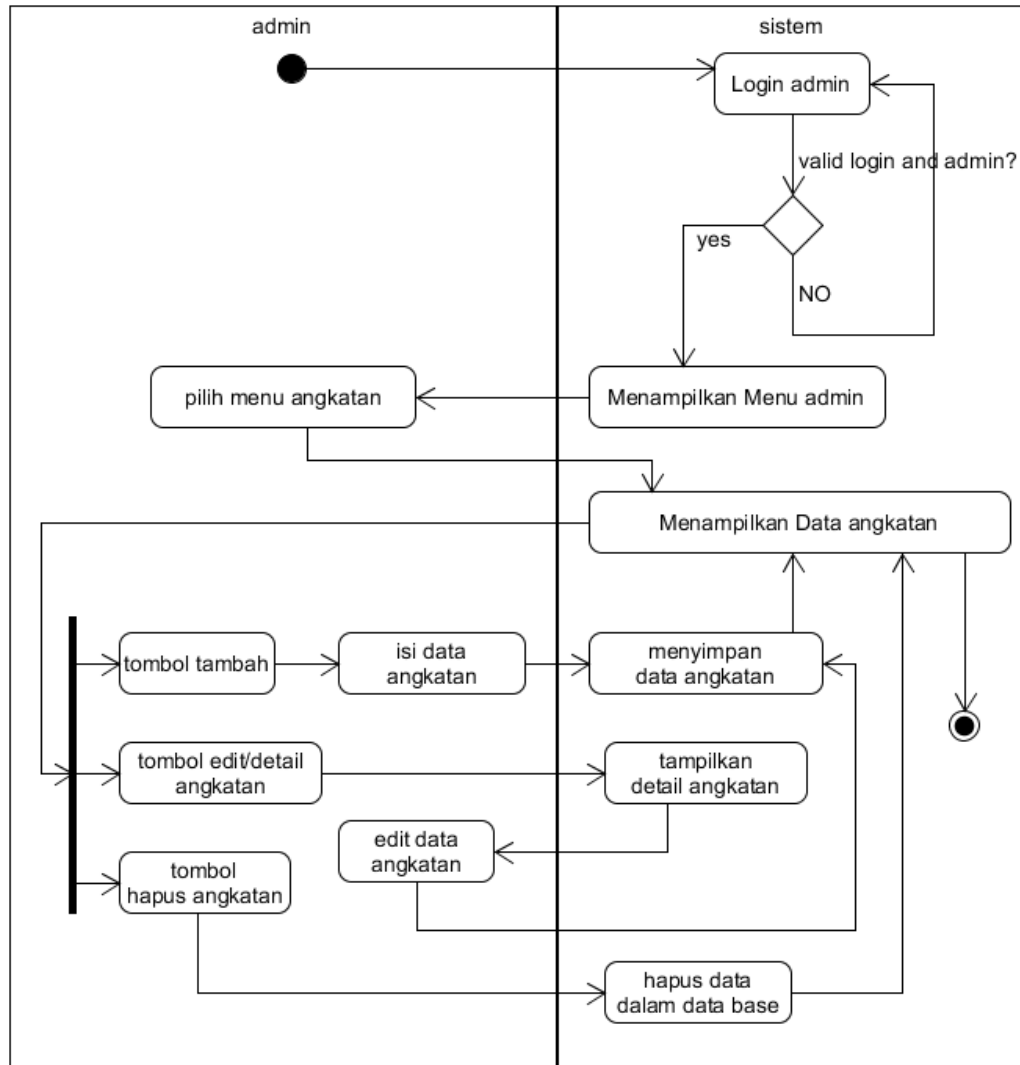
**Gambar 3.17** aktifitas diagram olah data pleton

## 5. Manajemen data kompi siswa oleh admin



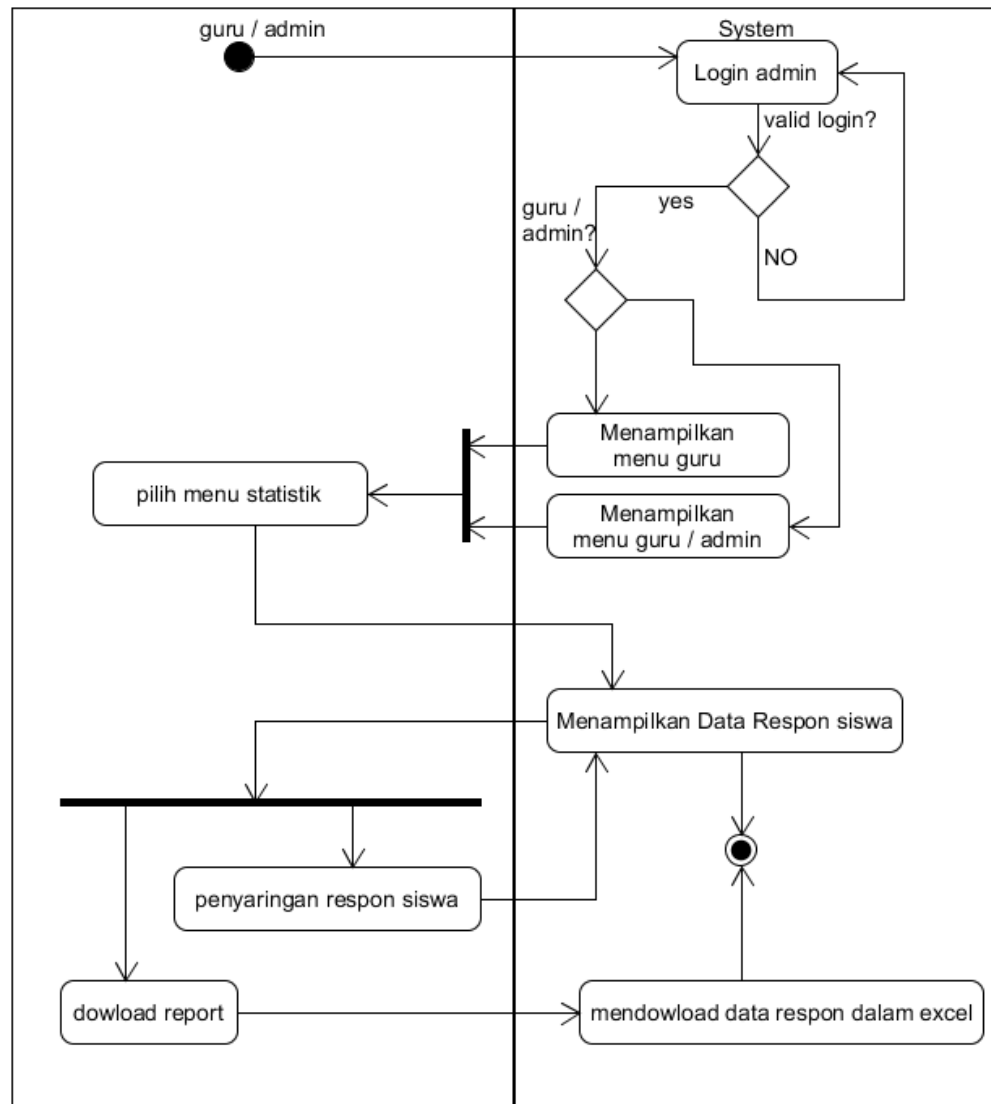
**Gambar 3.18** aktifitas diagram olah data pleton

## 6. Manajemen data angkatan siswa oleh admin



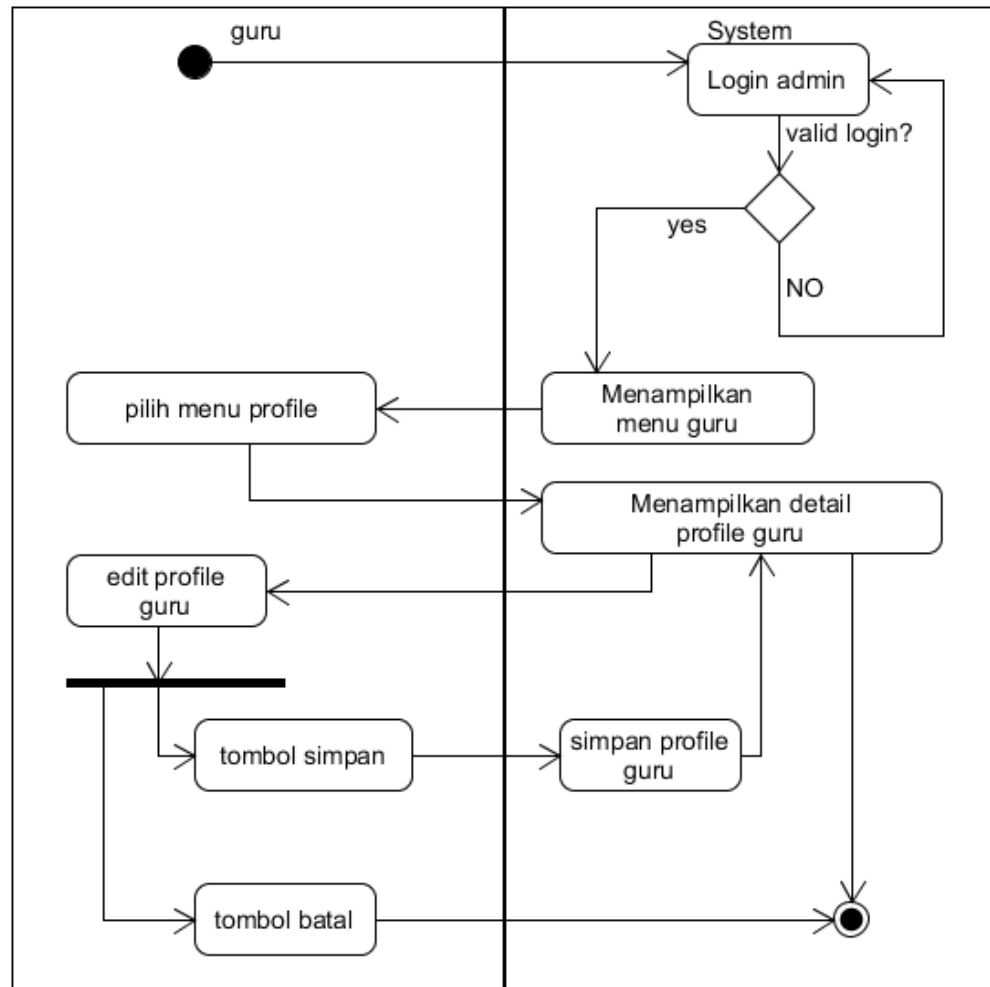
**Gambar 3.19** aktifitas diagram olah data angkatan

7. Laporan respon siswa oleh admin atau guru



**Gambar 3.20** aktifitas diagram laporan respon siswa

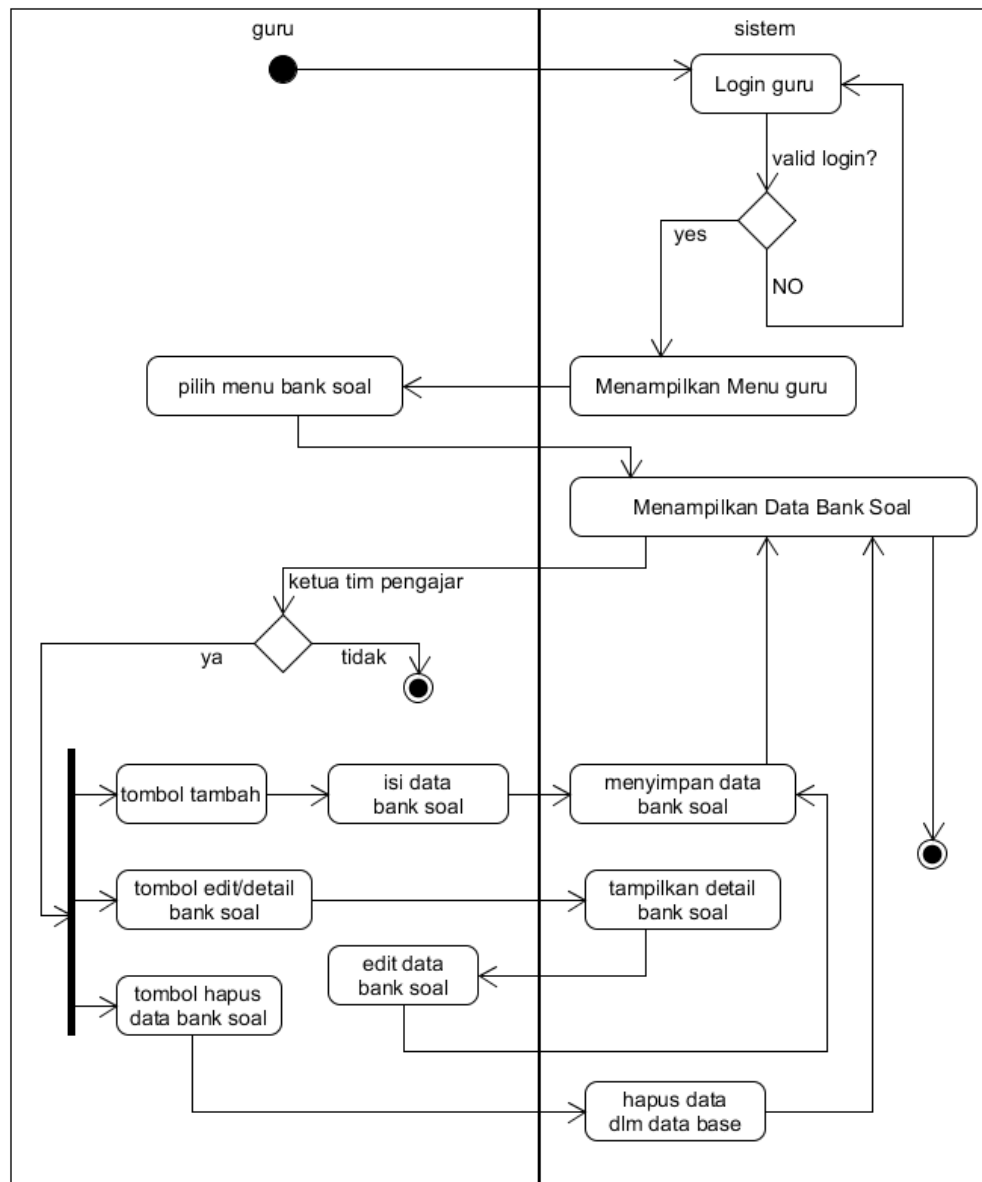
## 8. Manajemen profil guru



**Gambar 3.21** aktifitas diagram manajemen profile

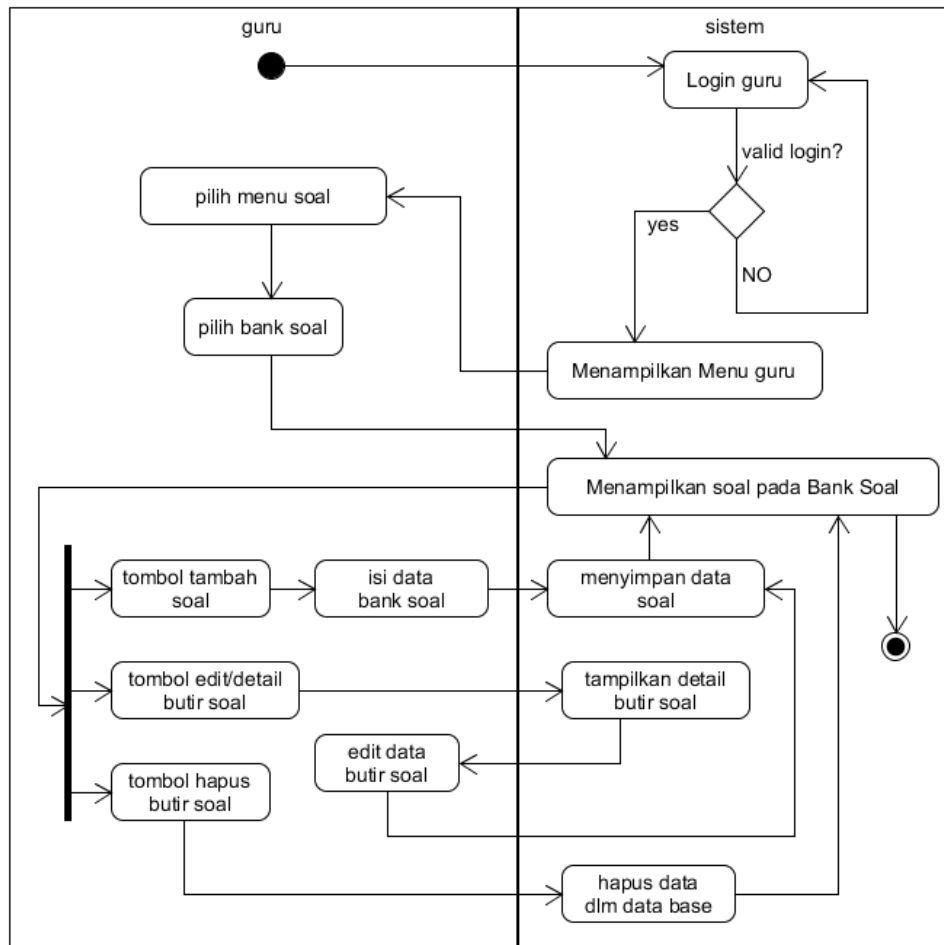


## 9. Manajemen bank soal oleh guru



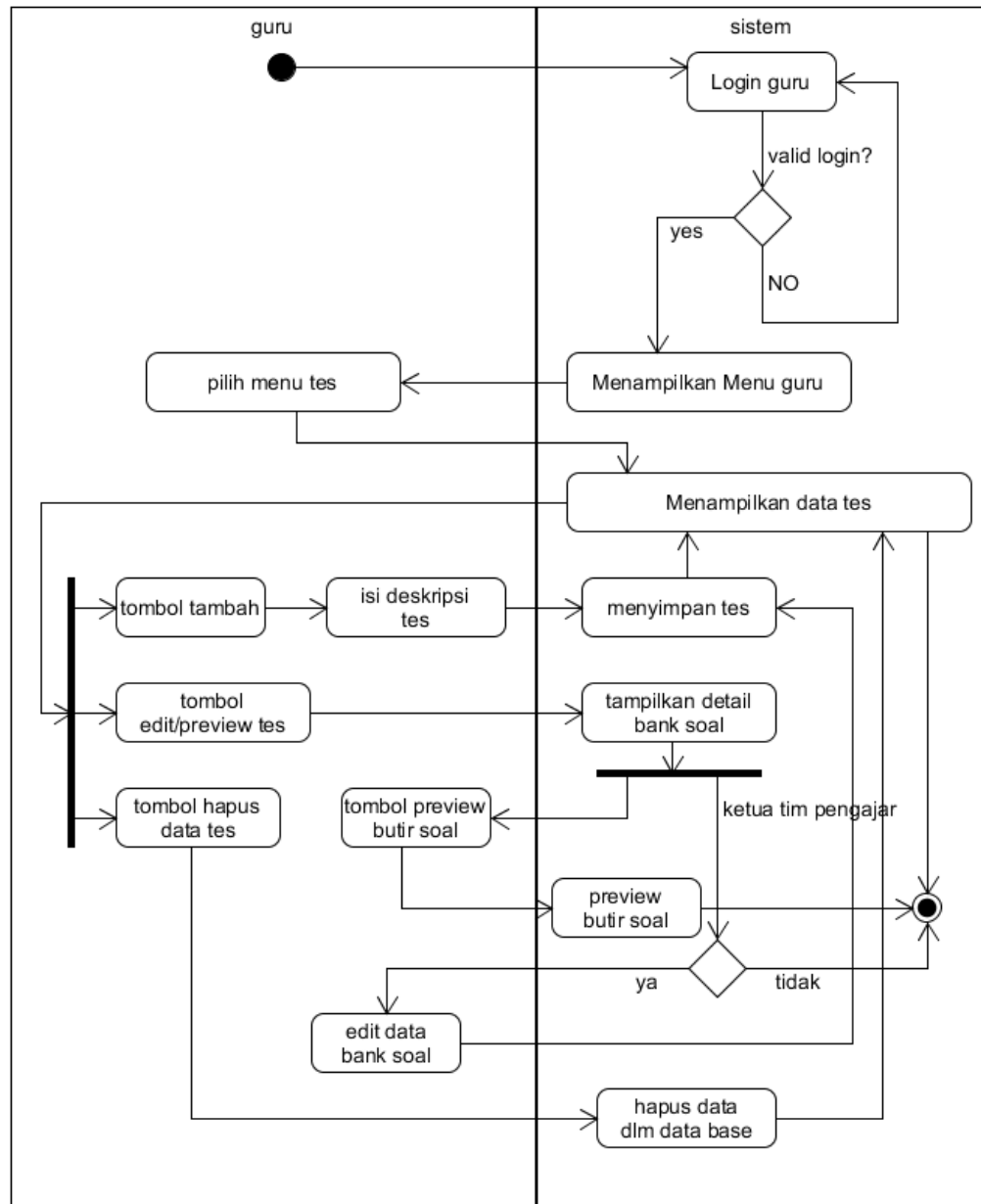
**Gambar 3.22** aktifitas diagram manajemen bank soal

## 10. Manajemen butir soal oleh guru



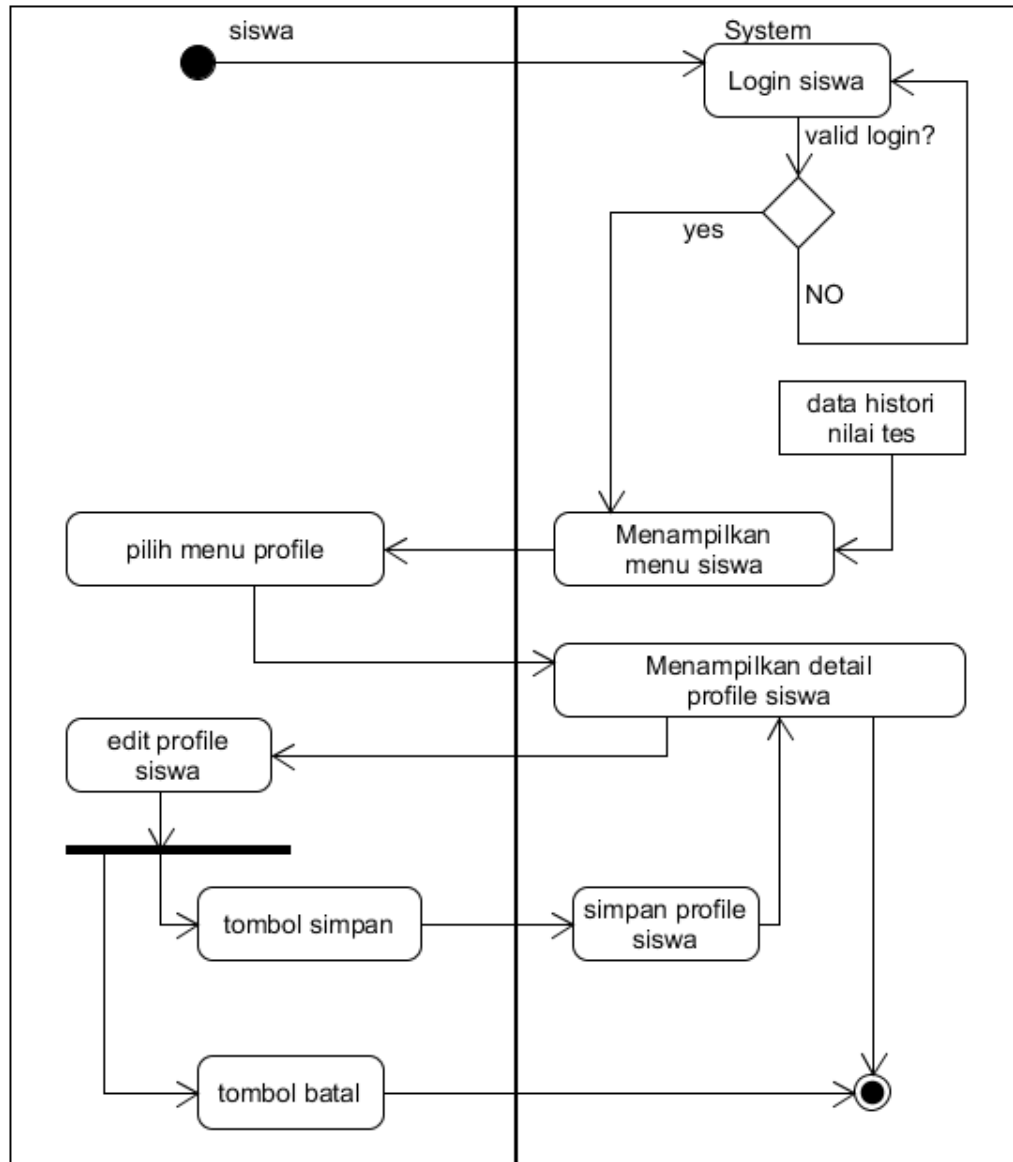
**Gambar 3.23** aktifitas diagram manajemen butir soal

## 11. Manajemen tes oleh guru



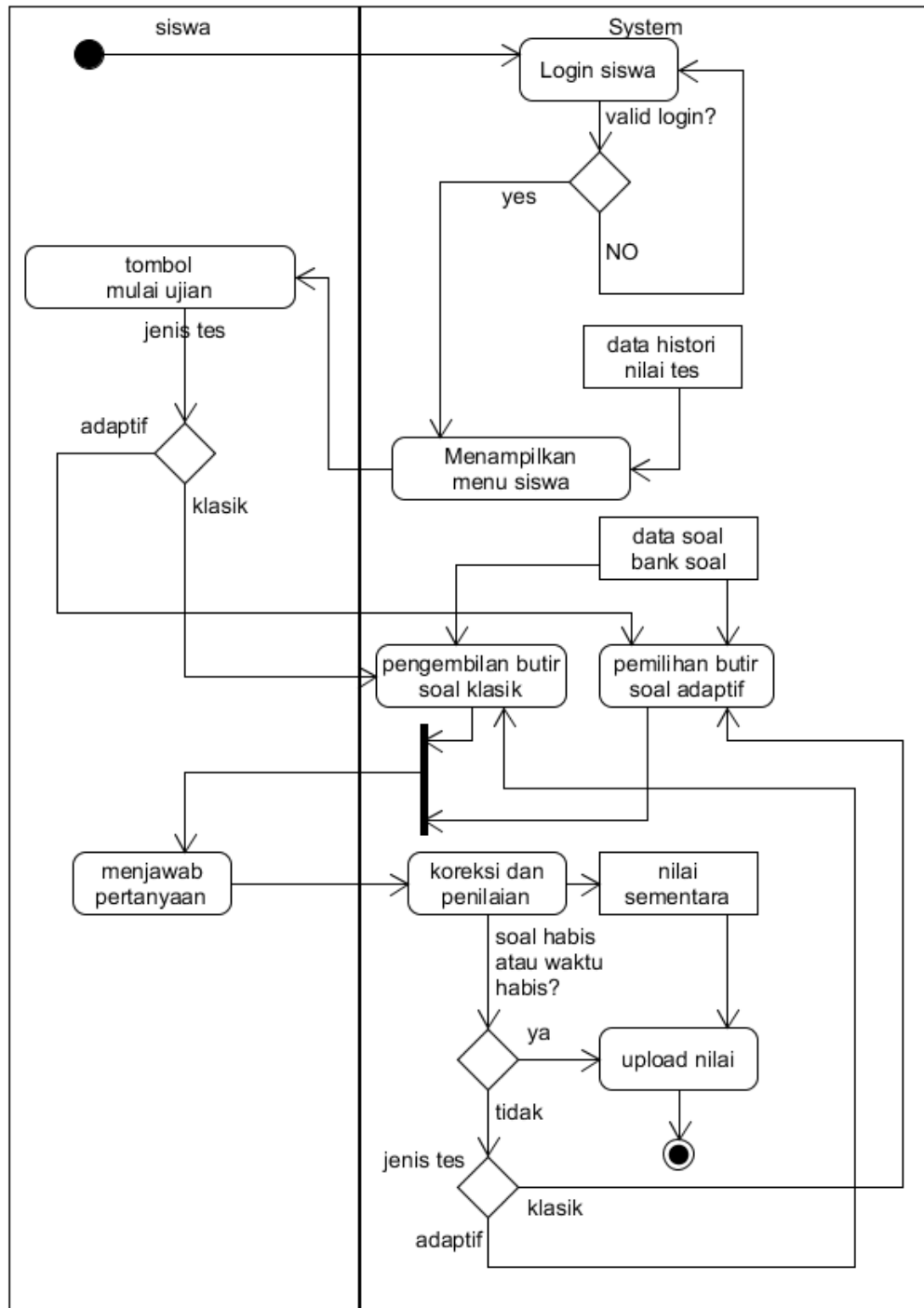
**Gambar 3.24** aktifitas diagram manajemen tes

## 12. Manajemen profil siswa



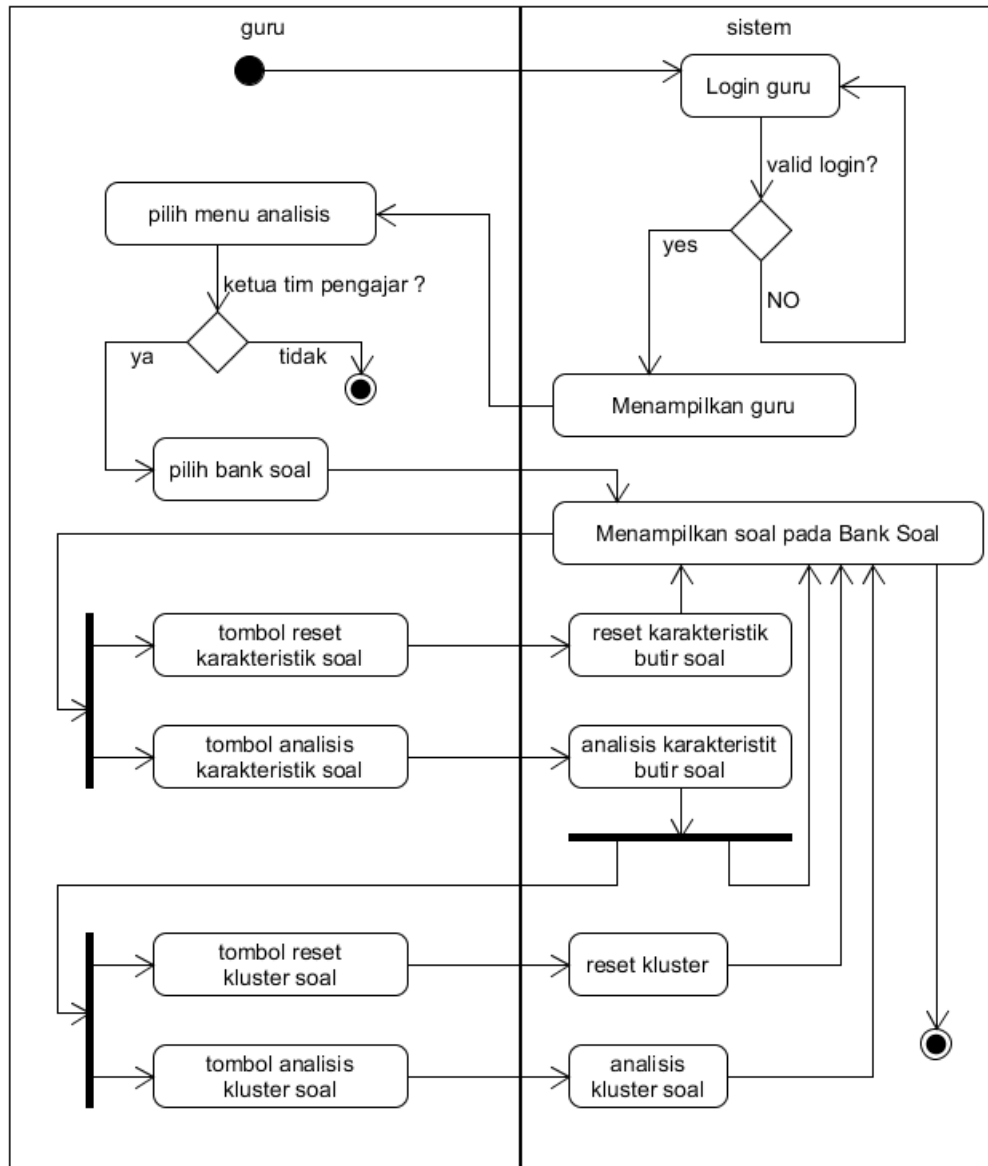
**Gambar 3.25** aktifitas diagram manajemen profil siswa

### 13. Penyajian tes



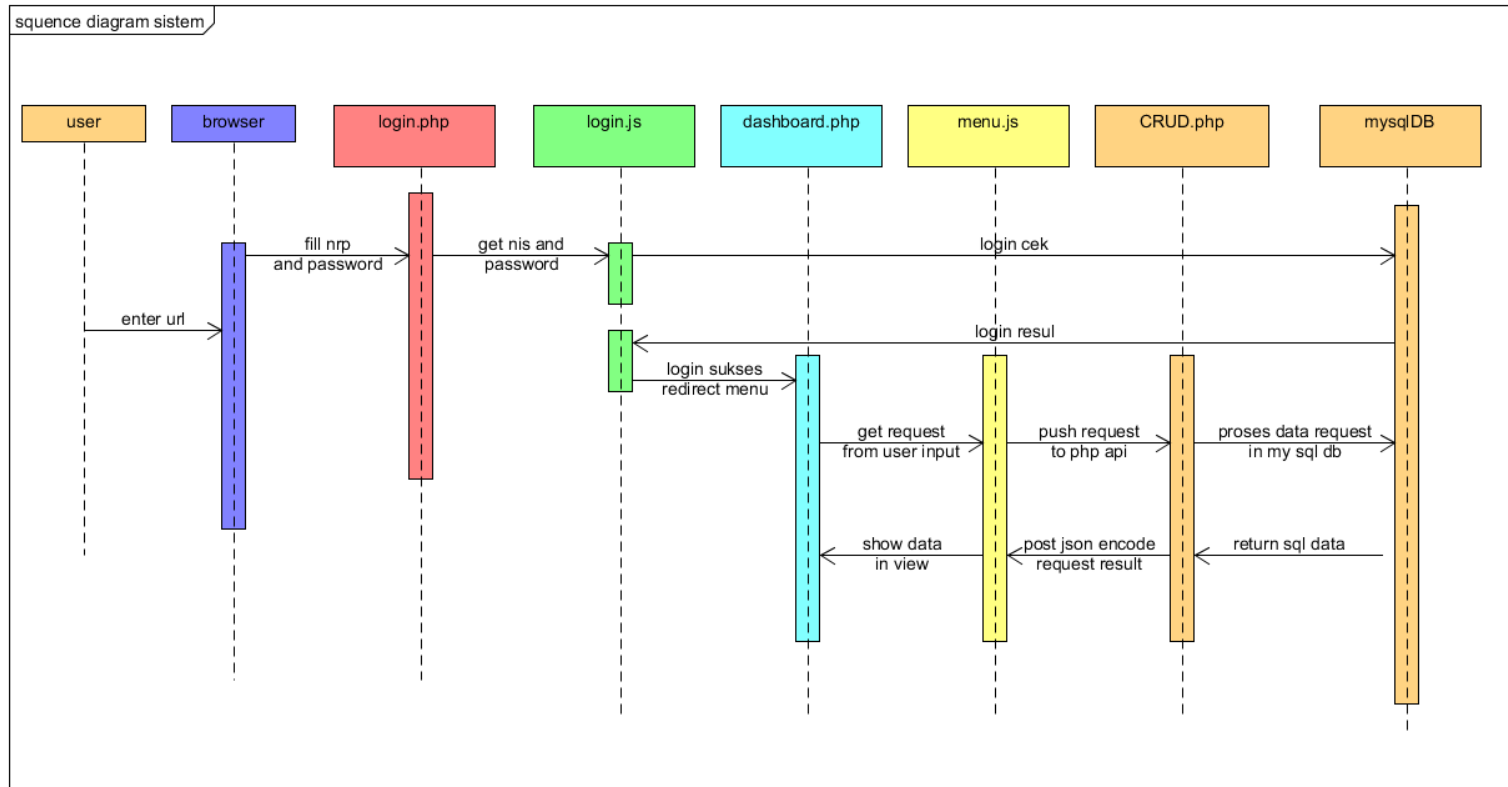
**Gambar 3.26** aktifitas diagram penyajian tes

#### 14. Analisis karakteristik butir dan cluster soal



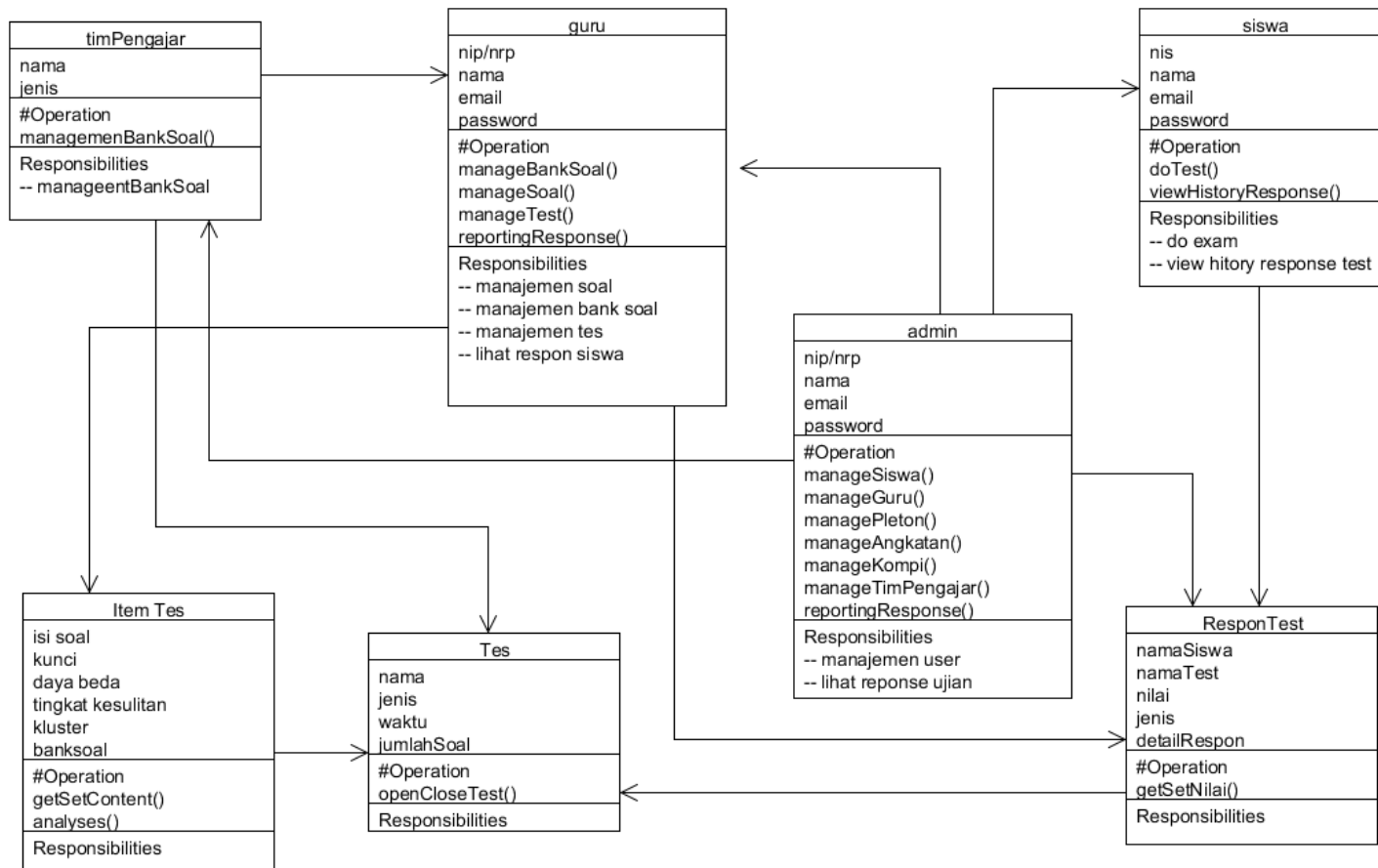
**Gambar 3.27** aktifitas diagram analisis soal

### 3.6.1.3 Sequence diagram sistem



Gambar 3.28 Squence diagram sistem

#### 3.6.1.4 Class diagram sistem

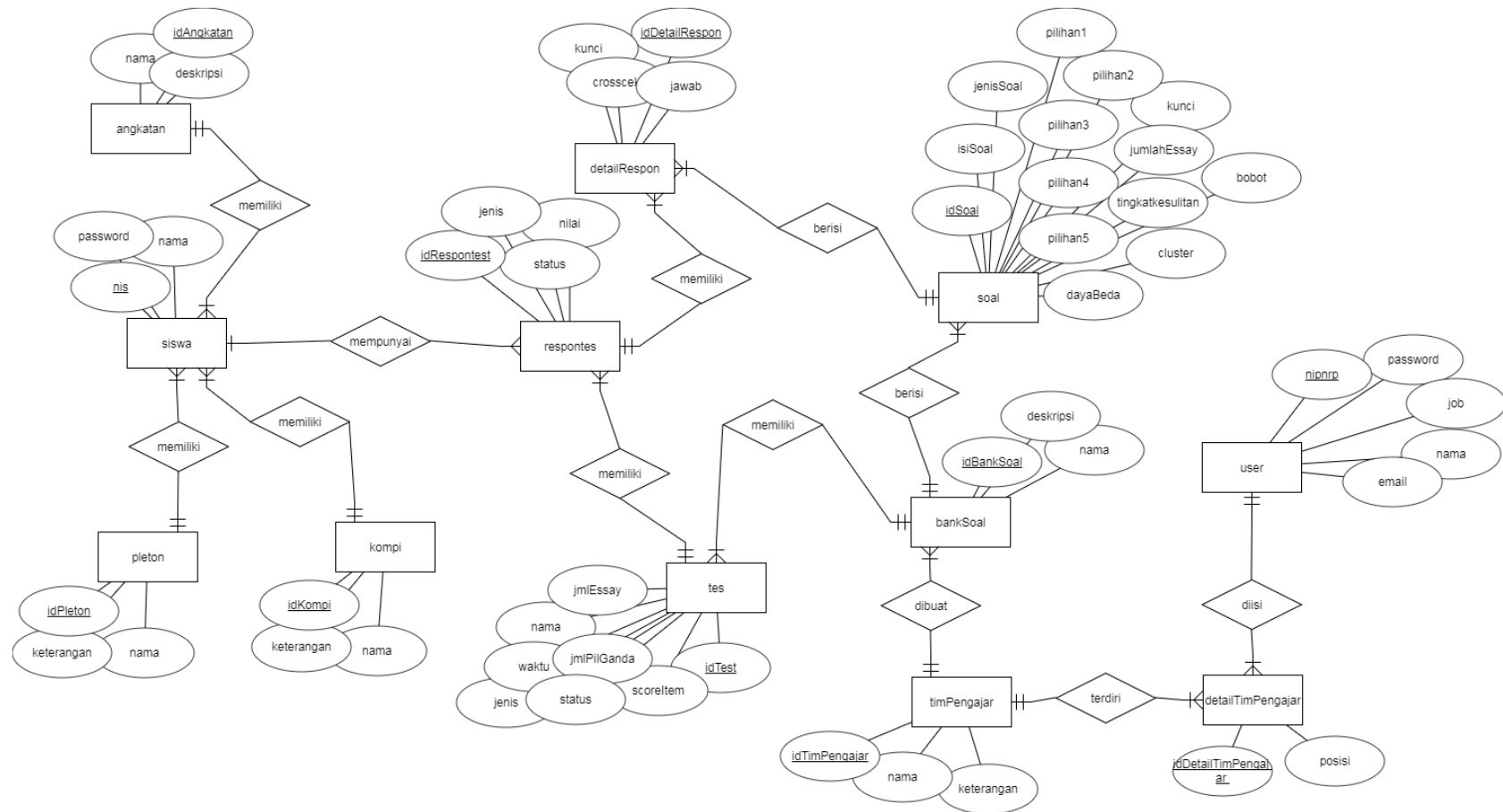


**Gambar 3.29 class diagram sistem**



### 3.7 Perancangan Basis Data Sistem CAT

#### 3.7.1 Diagram ERD



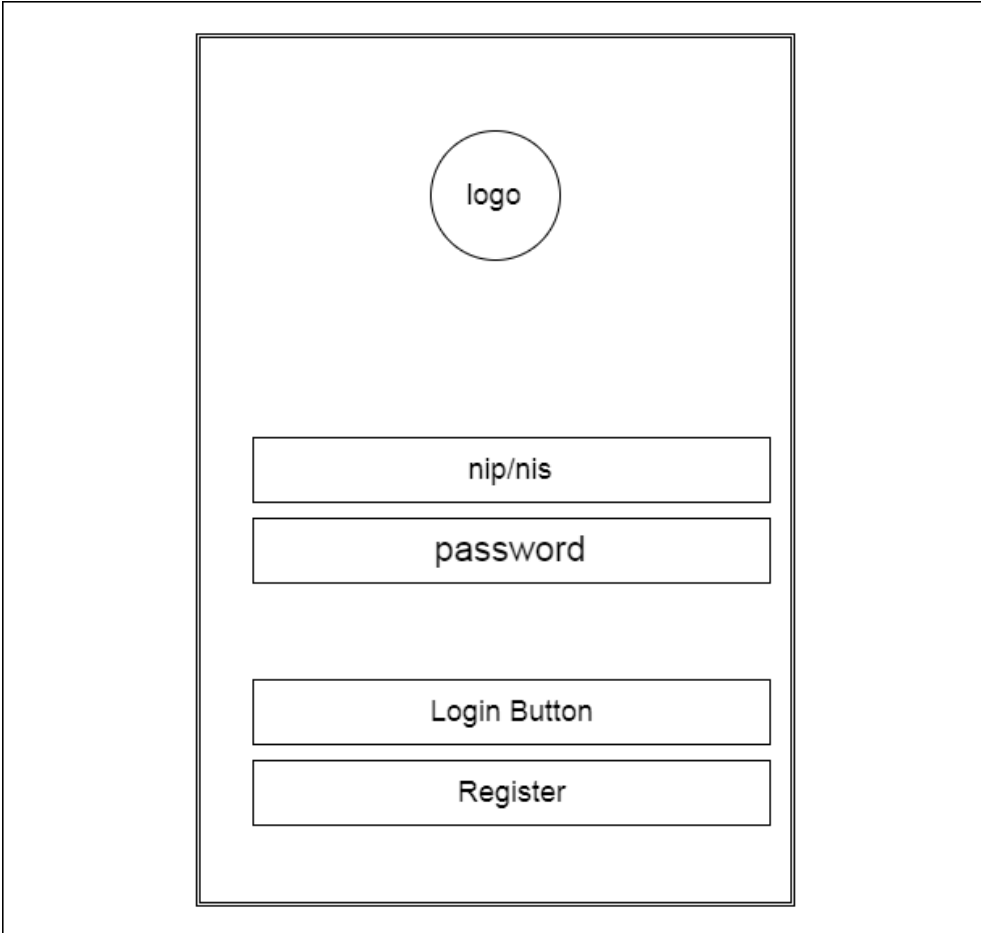
Gambar 3.29 diagram ERD sistem

### 3.7.2 Rancangan Struktur Tabel

Adapun perancangan struktur tabel aplikasi mobile, akan dibagi kedalam 12 tabel diantaranya angkatansiswa, banksoal, detailrespon, detailtimpengajar, kompisiswa, pletonsiswa, responentest, siswa, soaldetail, testing, timpengajar dan user.

### 3.7.3 Rancangan User Interface

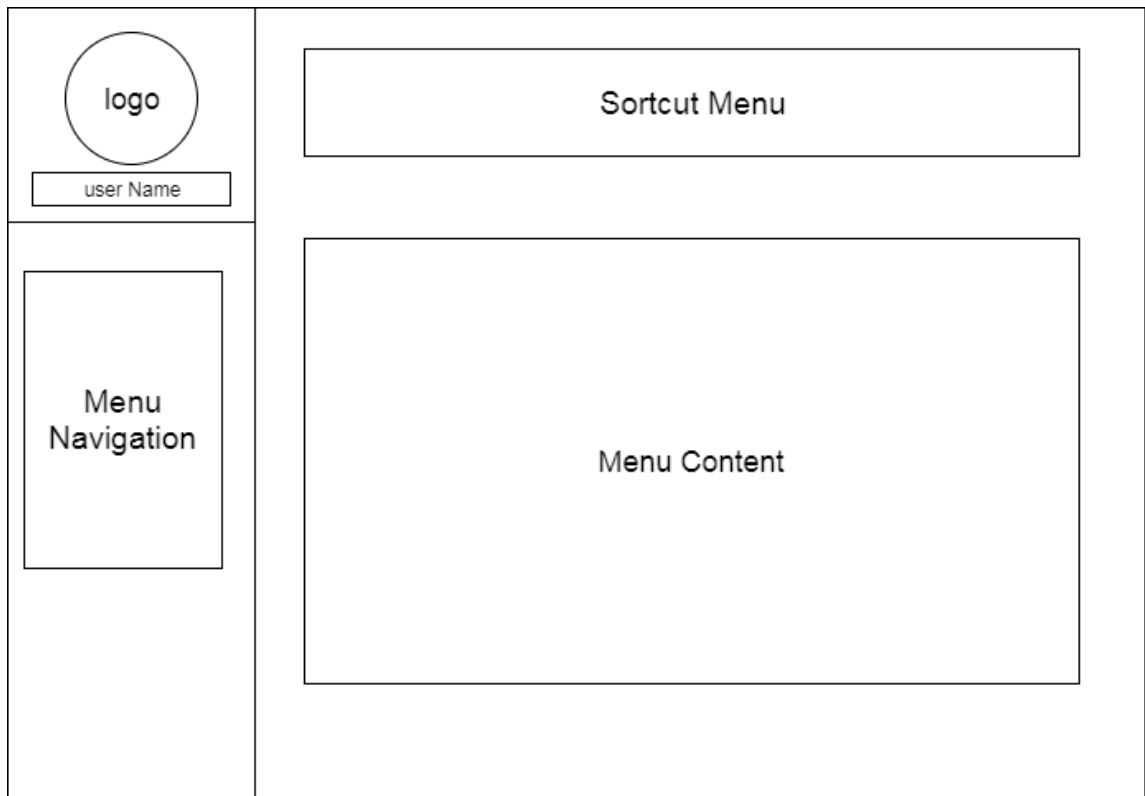
#### 3.7.3.1 Login



The diagram illustrates a login interface within a mobile application. It features a central rectangular container with a double border. At the top of this container is a circular logo placeholder labeled "logo". Below the logo, there are four rectangular input fields and buttons arranged vertically. The first two fields are for "nip/nis" and "password". The third field is a "Login Button", and the fourth is a "Register" button.

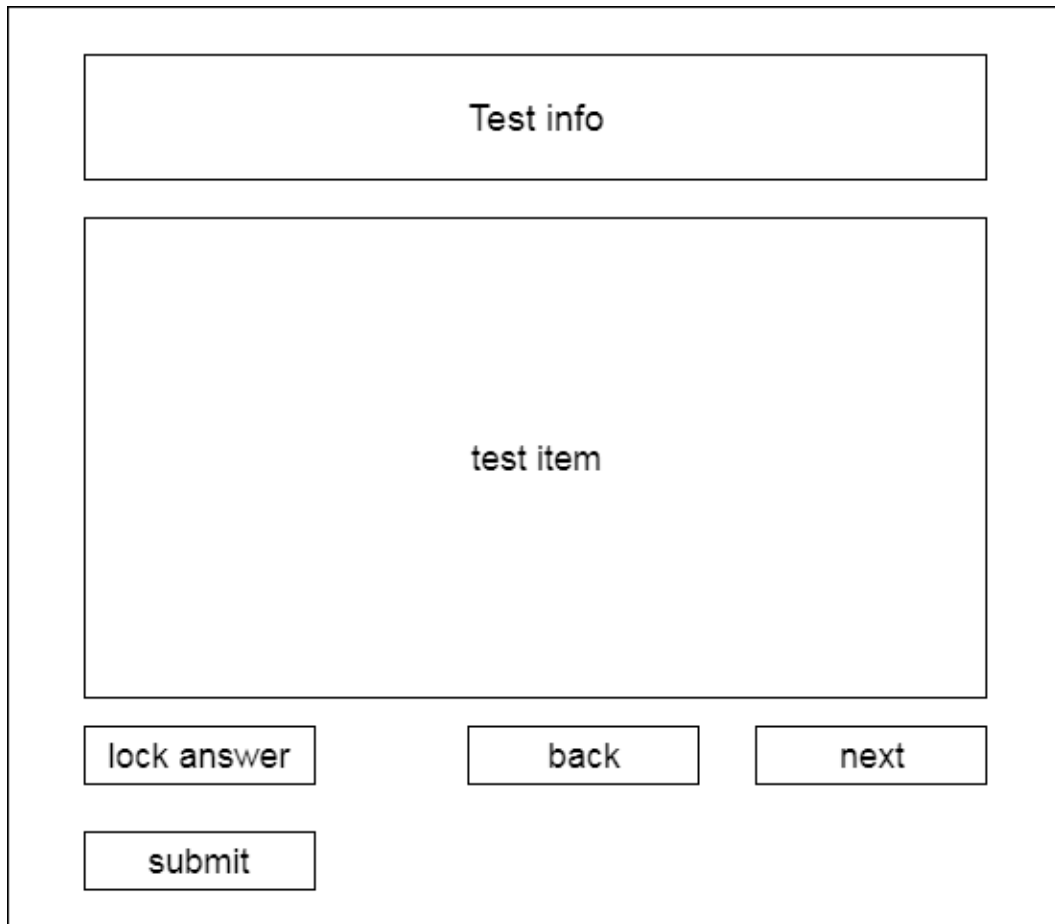
**Gambar 3.30 login interface**

### 3.7.3.2 DashBoard



**Gambar 3.31 dashboard interface**

### 3.7.3.3 Tes Interface



**Gambar 3.32 tes interface**