# BAB III
# ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

## 3.1 Analisis Masalah

Permasalahan yang terdapat pada penelitian ini adalah

1. Siswa mengalami kesulitan dalam mengecek kembali jawaban latihan soal cerita karena latihan soal tidak disertai dengan langkah - langkah penyelesaian sebagai acuan kunci jawaban.
2. Siswa mengalami kesulitan dalam menilai jawaban latihan soal cerita untuk mengukur evaluasi pembelajaran dalam sistem belajar mandiri.
3. Diperlukannya nilai akurasi dari sistem yang akan dibangun untuk mengetahui apakah sistem dapat menangani masalah yang ada.

Langkah – langkah penyelesaian soal cerita fisika bergantung kepada objek pertanyaan dan informasi yang terdapat pada soal cerita. Objek pertanyaan dan informasi soal cerita biasanya berupa kata – kata yang menjadi indikator besaran fisika berdasarkan pokok bahasan soal. Besaran – besaran tersebut digunakan untuk menentukan rumus penyelesaian dari soal yang ada. Jika suatu rumus dipengaruhi oleh tiga variabel besaran, maka minimal terdapat tiga varian soal. Menurut Marthen Kanginan[3], pada pokok bahasan fisika Gerak Lurus Pada Lintasan Horizontal terdapat tujuh rumus hitungan fisika yang terdiri atas tiga rumus empat variabel dan empat rumus tiga variabel. Jadi pada pokok bahasan ini terdapat minimal 24 jenis latihan soal berdasarkan besaran variabel objek pertanyaan dan informasi.

Kata – kata atau huruf yang menjadi indikator besaran pada soal cerita beranekaragam pula jenisnya. Contohnya pada kata – kata lama, selama, waktu dan (t) dapat menjadi indikator besaran waktu pada soal cerita fisika kinematika. Semakin banyak ragam kata yang dapat mengindikasikan suatu besaran pada soal cerita fisika semakin banyak pula latihan soal yang dapat diselesaikan.

Penilaian hasil evaluasi latihan soal fisika harus memenuhi kriteria sebagai berikut[2]:

1. Siswa mampu mengenali masalah pada soal cerita
2. Siswa mampu merencanakan strategi pemecahan masalah soal cerita
3. Siswa mampu menerapkan strategi pemecahan masalah soal cerita
4. Siswa mampu mengevaluasi solusi soal cerita

Apabila jawaban essay siswa terdapat seluruh kriteria tersebut, maka penilaian jawaban siswa terhadap soal cerita yang diberikan telah memenuhi syarat penilaian yang baik terhadap jawaban evaluasi siswa.

Akurasi sistem diperlukan agar pengajar selaku pengawas sistem dapat mengetahui performa sistem dalam menangani masalah. Nilai akurasi dari sistem yang akan dibangun ini nantinya didapatkan dengan cara membandingkan kunci jawaban hasil keluaran dari sistem dengan kunci jawaban hasil pengerjaan soal secara manual. Jika nilai akurasi dari sistem tersebut tergolong baik, maka dapat diambil kesimpulan bahwa sistem PBK yang dibangun dapat menangani masalah yang ada. Sebaliknya sistem PBK yang dibangun tidak dapat menangani masalah dengan akurat jika nilai akurasi sistem tidak baik.

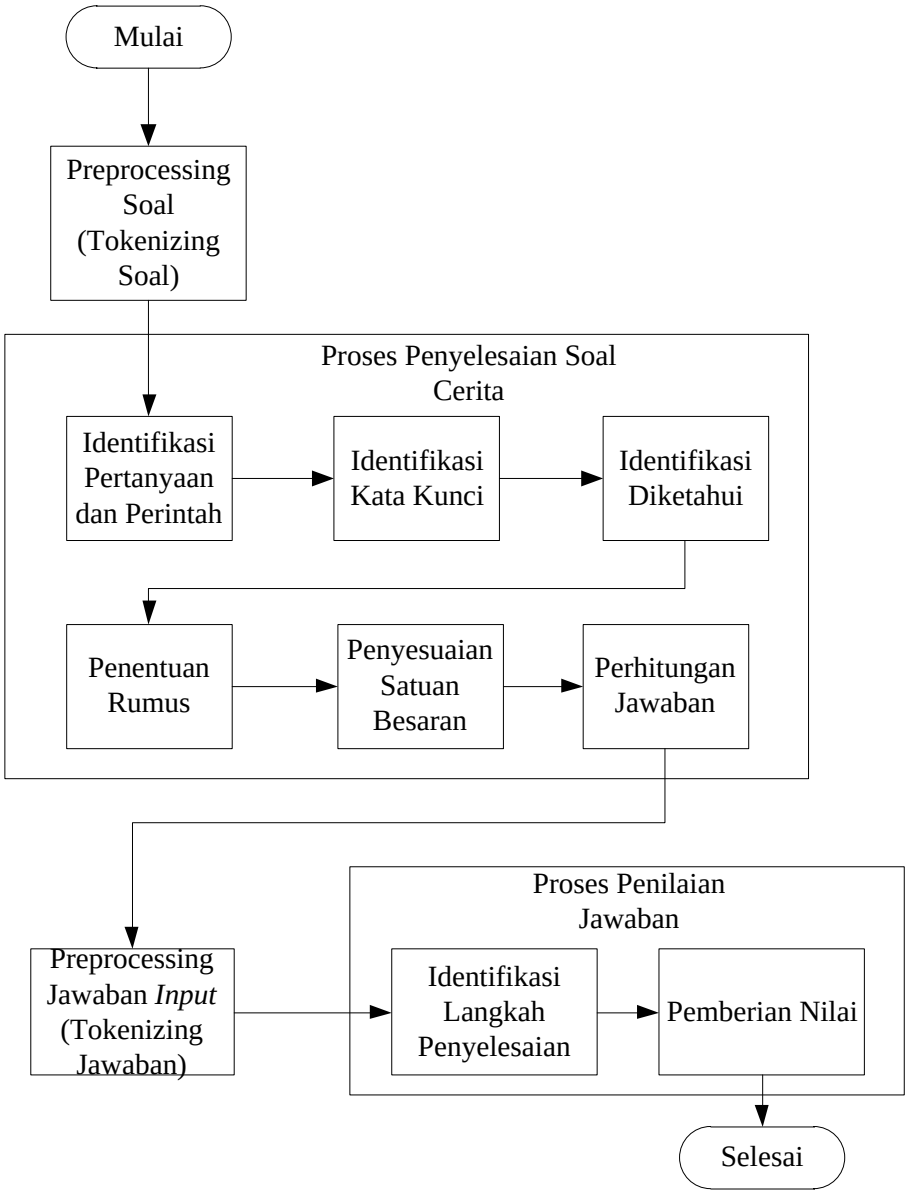
## 3.2 Analisis Sistem

Analisis sistem dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu sistem yang utuh kedalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasikan dan mengevaluasi permasalahan dan hambatan yang ada sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya dalam membantu proses perancangan sistem tersebut. Analisis sistem Pengimplementasi Ekstraksi Informasi dengan Metode *Rule – Based* untuk membantu penyelesaian soal cerita Fisika Kinematika meliputi beberapa bagian, yaitu :

1. Analisis Proses Penanganan Soal Cerita dan Evaluasi Jawaban
2. Analisis Kebutuhan Non Fungsional
3. Analisis Kebutuhan Fungsional

### 3.2.1 Analisis Proses Penanganan Soal Cerita dan Evaluasi Jawaban

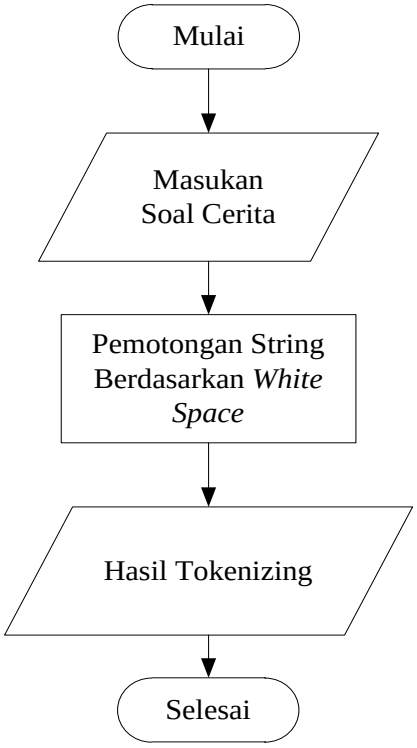
Pada proses penanganan soal cerita dan evaluasi jawaban terdapat empat bagian utama proses yaitu *preprocessing* soal, penyelesaian soal cerita, *preprocessing* kunci jawaban dan penilaian jawaban.




**Gambar 3.1 Gambar Blok Diagram Proses Penanganan Soal Cerita dan Evaluasi Jawaban**

### 3.2.1.1 Analisis *Preprocessing* Soal Cerita

Tahapan *preprocessing* ini bertujuan untuk mempermudah penerapan metode *rule based* dalam penyelesaian soal cerita. Pada tahap *preprocessing* hanya menggunakan tahap *tokenizing* sebelum masuk ke tahapan selanjutnya. Pada tahap *tokenizing* ini dilakukan pemotongan *string* berdasarkan setiap kata penyusunnya. Berikut adalah diagram alur *preprocessing* soal cerita.




**Gambar 3.2 Gambar Alur Diagram Proses *Preprocessing* Soal (*Tokenizing)***

Pemotongan tersebut dilakukan ketika masukan memiliki *white space*. Karakter khusus selain huruf dan angka akan dianggap sebagai kata penyusun *string* apabila karakter tersebut berdiri sendiri dan dipisahkan oleh spasi. Karakter tersebut dapat dilihat pada lampiran. Tabel 3.1 adalah contoh penerapan tahap *tokenizing* pada soal cerita masukan.

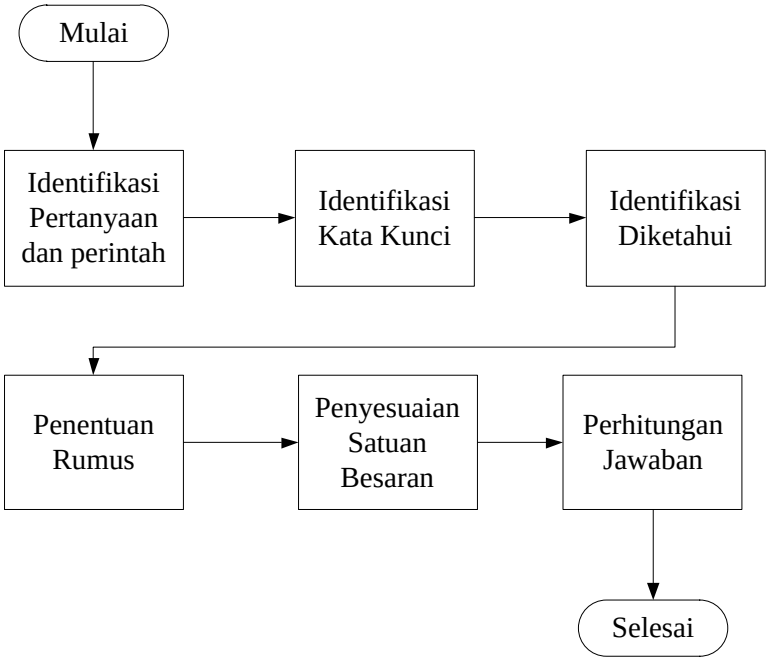
**Tabel 3.1 Tabel Penerapan *Tokenizing***

| **Nama** | **Objek** | |
|---|---|---|
| Input Soal | Sebuah benda bergerak lurus horizontal dengan kecepatan awal 20 m/s. Benda berhenti setelah menempuh jarak 40 meter . Berapakah waktu yang dibutuhkan sampai berhenti? | |
| Output | Token 1 : Sebuah<br>Token 2 : benda<br>Token 3 : bergerak<br>Token 4 : lurus<br>Token 5 : horizontal<br>Token 6 : dengan<br>Token 7 : kecepatan<br>Token 8 : awal<br>Token 9 : 20<br>Token 10 : m/s<br>Token 11 : .<br>Token 12 : Benda<br>Token 13 : berhenti | Token 14 : setelah<br>Token 15 : menempuh<br>Token 16 : jarak<br>Token 17 : 40<br>Token 18 : meter<br>Token 19 : .<br>Token 20: Berapakah<br>Token 21 : waktu<br>Token 22 : yang<br>Token 23 : dibutuhkan<br>Token 24 : sampai<br>Token 25 : berhenti<br>Token 26 : ? |

Pada tabel 3.1 di atas dapat diamati bahwa setiap kata dan karakter penyusun teks input yang dipisahkan oleh spasi (*white space)* akan dikategorikan sebagai token oleh sistem. Hal ini juga berlaku apabila sebuah karakter khusus berada pada akhir kata maka karakter tersebut dinyatakan sebagai sebuah token tersendiri.

### 3.2.1.2 Penyelesaian Soal Cerita

Hasil dari tahap *preprocessing* soal berupa *list* token siap diolah pada tahap penyelesaian soal cerita. Berikut adalah blok diagram penyelesaian soal cerita.

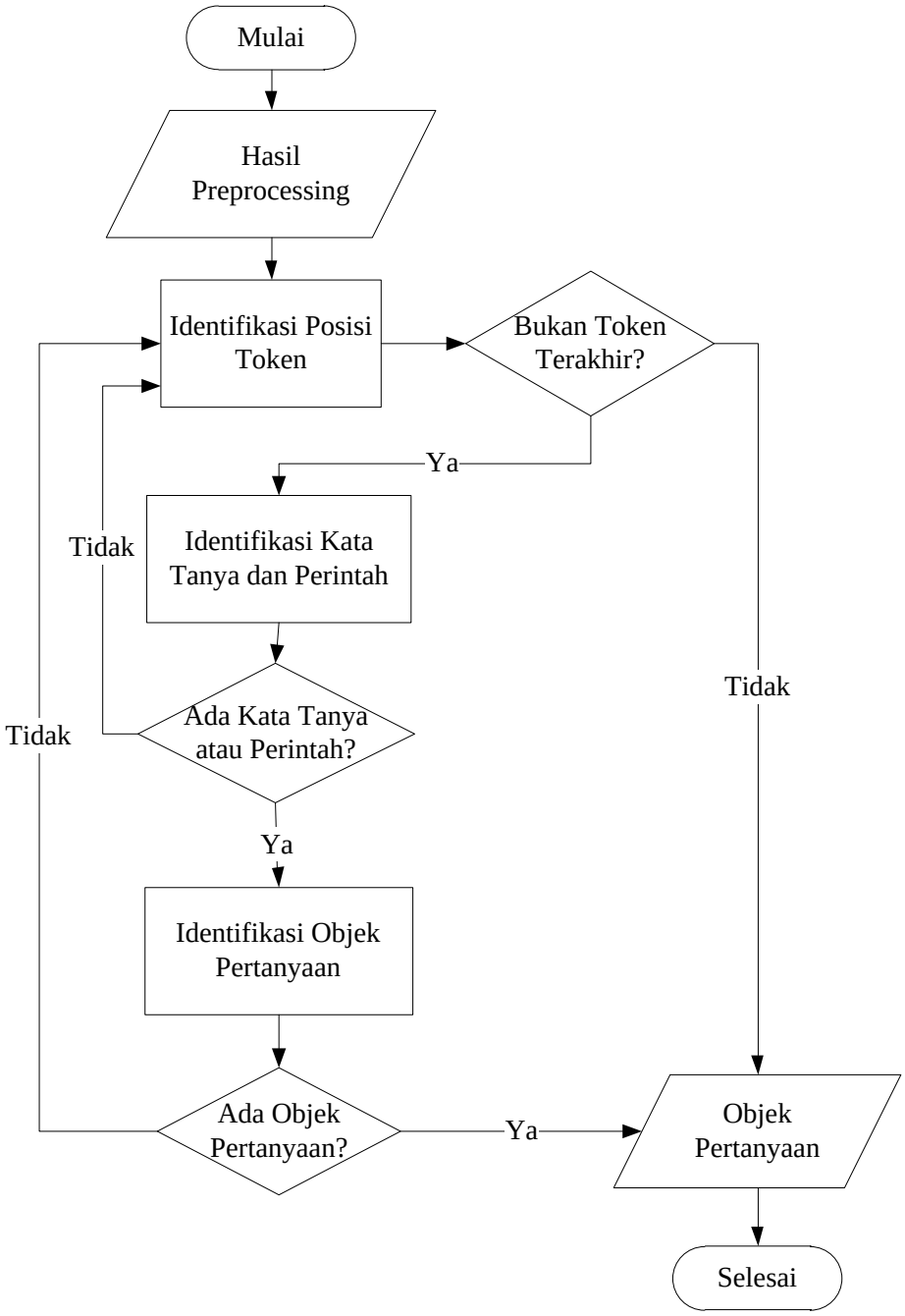



**Gambar 3.3 Gambar Blok Diagram Tahapan Penyelesaian Soal Cerita**

Tahap ini menerapkan *rule based system* demi mendapatkan informasi dari hasil *preprocessing* dan mengolahnya sedemikian rupa sehingga dapat menjawab pertanyaan dan perintah yang tedapat pada soal cerita tersebut. Pada tahap penyelesaian soal cerita menerapkan aturan *rule based* ini terdapat beberapa proses yang dilalui sebelum masuk ke tahapan selanjutnya.

#### 3.2.1.2.1 Identifikasi Pertanyaan dan Perintah

Kata – kata yang mengindikasikan kata tanya dan kata perintah dicari dalam list hasil *preprocessing* pada proses ini. Pada penelitian implementasi ekstraksi informasi menerapkan aturan *rule based* untuk menyelesaikan soal cerita ini pertanyaan soal hanya dibatasi untuk pertanyaan yang menghasilkan jawaban berupa angka (pertanyaan hitungan). Berikut adalah diagram alur proses identifikasi pertanyaan dan perintah.




**Gambar 3.4 Diagram Alur Identifikasi Pertanyaan dan Perintah**

Identifikasi kata tanya dan perintah dilakukan pada setiap token hasil *preprocessing*. Jika teridentifikasi maka kemudian akan dilakukan identifikasi objek pertanyaan pada token setelah token yang teridentifikasi sebagai kata tanya atau perintah tersebut. Beberapa aturan proses agar identifikasi pertanyaan soal

cerita dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Beberapa aturan proses itu adalah :

**Tabel 3.2 Tabel Aturan Identifikasi Pertanyaan dan Perintah**

| No | Kondisi | Aksi |
|---|---|---|
| 1 | Kata tanya atau perintah + bukan besaran | Mencari token berikutnya sampai ditemukan token kata tanya atau perintah diikuti oleh token besaran |
| 2 | Kata tanya atau perintah + besaran + bukan angka | Menyimpan token besaran sebagai objek pertanyaan |
| 3 | Indikator Isian di akhir data | Mencari besaran yang tidak diiringi oleh angka pada kalimat terakhir input. |
| 4 | Kata tanya atau perintah tidak teridentifikasi | Menyimpulkan bahwa soal cerita tidak valid atau tidak termasuk jenis soal pertanyaan hitungan. |

Pada tabel 3.2 dapat dilihat bahwa jika input memiliki token kata tanya atau perintah tanpa diikuti besaran maka sistem akan mencari token berikutnya sampai ditemukan token kata tanya atau perintah diikuti oleh token besaran. Jika input memiliki token kata tanya atau perintah diikuti besaran tanpa diikuti angka maka sistem akan menyimpan token indikasi besaran sebagai objek pertanyaan. Jika input terdapat indikator isian maka sistem akan mencari besaran yang tidak diiringi oleh angka pada kalimat terakhir. Jika tidak terdapat indikator pertanyaan atau besaran yang menjadi objek pertanyaan pada input maka menyimpulkan bahwa sistem belum dapat mengidentifikasi pertanyaan pada soal.

Setelah besaran yang menjadi objek pertanyaan ditemukan, objek tersebut disimpan ke dalam variabel pertanyaan pada sistem, yang nantinya akan digunakan untuk menentukan rumus dan penyelesaian soal kata tanya dan perintah yang mengindikasikan pertanyaan hitungan pada soal cerita adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.3 Tabel Daftar Kata Tanya dan Perintah**

| No | Nama Kata | Daftar Kata |
|---|---|---|
| 1 | Kata Tanya | berapa, berapakah |
| 2 | Kata Perintah | hitung, hitunglah, cari, carilah, tentukan, tentukanlah |

Setelah kata tanya atau perintah berhasil ditemukan di soal cerita masukan, tahapan selanjutnya pada proses ini adalah mengidentifikasi token atau gabungan token yang mengindikasikan besaran objek pertanyaan hitungan pada soal cerita. Token atau gabungan token ini berdasarkan pokok bahasan fisika kinematika adalah :

**Tabel 3.4 Tabel Daftar Nama Token dan Indikasi Besaran**

| No | Nama Token | Indikasi Jenis Besaran |
|---|---|---|
| 1 | Kelajuan | Kelajuan |
| 2 | Kelajuannya | Kelajuan |
| 3 | Kelajuan+Rata+-+Rata | Kelajuan Rata -Rata |
| 4 | Kelajuan+Rata+-+Ratanya | Kelajuan Rata -Rata |
| 5 | Kecepatan | Kecepatan |
| 6 | Kecepatannya | Kecepatan |
| 7 | Kecepatan+Rata+-+Rata | Kecepatan Rata – Rata |

| No | Nama Token | Indikasi Jenis Besaran |
|---|---|---|
| 8 | Kecepatan+Rata+-+Ratanya | Kecepatan Rata – Rata |
| 9 | Kecepatan+Sesaat | Kecepatan Sesaat |
| 10 | Kecepatannya+Sesaat | Kecepatan Sesaat |
| 11 | Kecepatan+akhir | Kecepatan akhir |
| 12 | Kecepatan+saat | Kecepatan Akhir |
| 13 | Percepatan | Percepatan |
| 14 | Percepatannya | Percepatan |
| 15 | Perlambatan | Percepatan |
| 16 | Jarak | Jarak |
| 17 | Jaraknya | Jarak |
| 18 | Jauh | Jarak |
| 19 | Jauh+Jarak | Jarak |
| 20 | Jauhkah | Jarak |
| 21 | Perpindahan | Perpindahan |
| 22 | Perpindahannya | Perpindahan |
| 23 | Waktu | Waktu |
| 24 | Lama | Waktu |
| 25 | Lamanya | Waktu |
| 26 | Selama | Waktu |
| 27 | Lama+Waktu | Waktu |
| 28 | Tinggi | Tinggi |
| 29 | Tingginya | Tinggi |
| 30 | Periode | Periode |
| 31 | Periodenya | Periode |
| 32 | Frekuensi | Frekuensi |
| 33 | Frekuensinya | Frekuensi |
| 34 | RPM | Frekuensi |
| 35 | Banyak+Putaran | Frekuensi |
| 36 | Kecepatan+Sudut | Kecepatan Sudut |
| 37 | Kecepatan+Sudutnya | Kecepatan Sudut |
| 38 | Kecepatan+Sudut+rata+-+rata | Kecepatan Sudut Rata- rata |

| No | Nama Token | Indikasi Jenis Besaran |
|---|---|---|
| 39 | Kelajuan+Linear | Kelajuan Linear |
| 40 | Percepatan+Sentripetal | Percepatan Sentripetal |
| 41 | Kecepatan+awal+arah+horizontal | Kecepatan awal arah horizontal |
| 42 | Kecepatan+awal+arah+vertikal | Kecepatan awal arah vertikal |

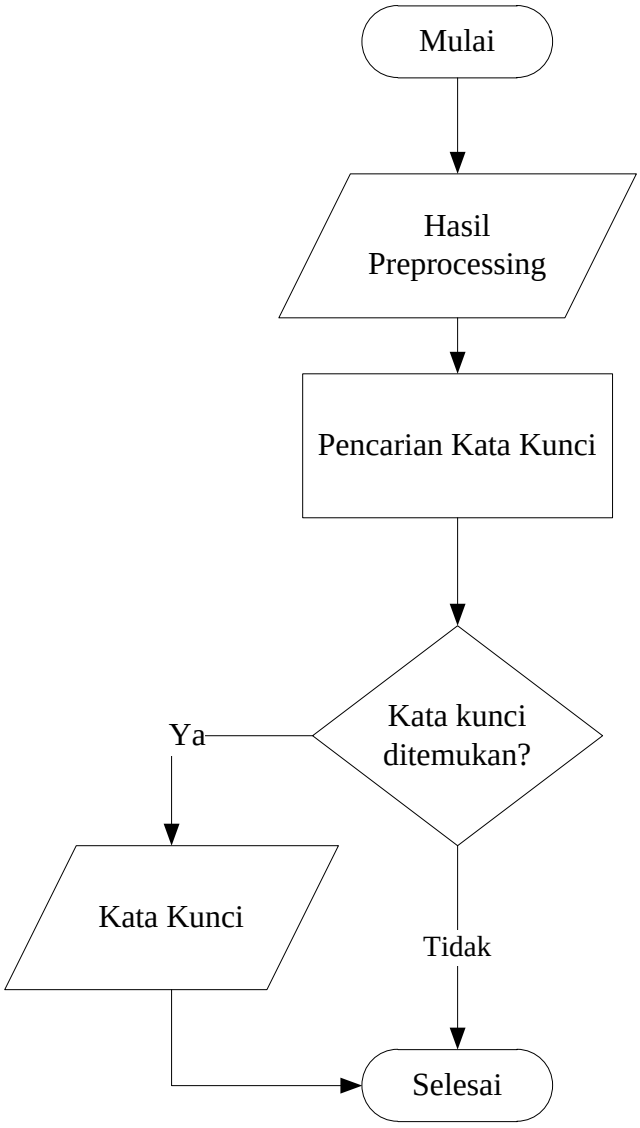
Berikut ini merupakan contoh analisis identifikasi pertanyaan pada soal.

**Tabel 3.5 Tabel Identifikasi Pertanyaan dan Perintah**

| Nama Objek | Token Objek | |
|---|---|---|
| Token – token Pada Soal | Sebuah<br>benda<br>bergerak<br>lurus<br>horizontal<br>dengan<br>kecepatan<br>awal<br>20<br>m/s<br>.<br>Benda<br>berhenti | setelah<br>menempuh<br>jarak<br>40<br>meter<br>.<br>Berapakah<br>waktu<br>yang<br>dibutuhkan<br>sampai<br>berhenti<br>? |
| Token Kata Tanya yang Teridentifikasi | Berapakah | |
| Token Objek Pertanyaan yang Teridentifikasi | waktu | |

#### 3.2.1.2.2 Identifikasi Kata Kunci

Soal cerita mempunyai karakteristik yang mencerminkan pokok bahasan yang terkait dengan soal cerita tersebut. Karakteristik soal cerita pada setiap pokok bahasan biasanya ditandai dengan ditemukannya beberapa kata kunci yang mengindikasikan pokok bahasan itu sendiri. Alur prosesnya dapat dilihat pada gambar 3.5 Diagram Alur Identifikasi Kata Kunci.




**Gambar 3.5 Gambar Diagram Alur Identifikasi Kata Kunci**

Proses identifikasi kata kunci ini adalah dengan cara mencari setiap kemungkinan gabungan kata yang terindikasi sebagai kata kunci pokok bahasan. Hasil pencarian ini yang menjadi dasar pada tahapan identifikasi diketahui dan penentuan rumus. Pada pencarian kata kunci ini menerapkan beberapa aturan. Aturan yang ada pun berbeda – beda sesuai dengan varian soal cerita masukan.

Kata kunci terbagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Kata Kunci Utama

   Kata Kunci yang pasti ditemukan dalam sebuah soal cerita yang menjadi indikator pokok bahasan. Kata kunci ini biasanya tidak ditemukan pada pokok bahasan lain.

2. Kata Kunci Tambahan

   Kata kunci yang biasanya ditemukan pada soal cerita tetapi tidak mengidentifikasikan secara khusus suatu pokok bahasan karena kata kunci ini juga ditemukan pada pokok bahasan lainya.

Pada implementasi ekstraksi informasi dengan metode *rule based* untuk membantu penyelesaian soal cerita ini, soal cerita hanya dibatasi pada soal fisika kinematika. Kata – kata yang mengindikasikan karakterisktik soal cerita fisika kinematika berdasarkan pokok bahasannya adalah sebagai berikut :

a. Gerak Lurus Pada Lintasan Horizontal

   Kata – kata kunci yang terkait dengan pokok bahasan Gerak Lurus Pada Lintasan Horizontal ini adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.6 Tabel Kata Kunci Utama dan Tambahan Gerak Lurus Pada Lintasan Horizontal**

| Kata Kunci Utama | Kata Kunci Tambahan |
|---|---|
| bergerak lurus, garis lurus, horizontal, | kelajuan, kecepatan, kecepatan rata – rata, kecepatan awal, kecepatan sesaat, percepatan, percepataan sesaat, percepatan rata –rata, jarak, sejauh, selama, waktu |

b. Gerak Lurus Pada Lintasan Vertikal

Kata – kata kunci yang terkait dengan pokok Gerak Lurus Pada Lintasan Vertikal ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.7 Tabel Kata Kunci Utama dan Tambahan Gerak Lurus Pada Lintasan Vertikal**

| Kata Kunci Utama | Kata Kunci Tambahan |
|---|---|
| jatuh, jatuh bebas, terjatuh, menjatuhkan, terjun, vertikal, ke bawah, ke atas, gravitasi | kelajuan, kecepatan, kecepatan rata – rata, kecepatan sesaat, jarak, sejauh, tinggi, ketinggian, selama, waktu |

c. Gerak Parabola

Kata – kata kunci yang terkait dengan pokok bahasan Gerak Parabola ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.8 Tabel Kata Kunci Utama dan Tambahan Gerak Parabola**

| Kata Kunci Utama | Kata Kunci Tambahan |
|---|---|
| sudut, elevasi, gravitasi | kelajuan, kecepatan, kecepatan rata – rata, kecepatan sesaat, gravitasi, jarak, sejauh, tinggi, ketinggian, selama, waktu |

d. Gerak Melingkar

Kata – kata kunci yang terkait dengan pokok bahasan Gerak Melingkar ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.9 Tabel Kata Kunci Utama dan Tambahan Gerak Melingkar**

| Kata Kunci Utama | Kata Kunci Tambahan |
|---|---|
| berputar, putaran, kecepatan sudut, kelajuan linear, sentrifugal | sudut, elevasi, jari – jari kelajuan, kecepatan, kecepatan rata – rata, kecepatan sesaat, gravitasi, jarak, sejauh, ketinggian, selama, waktu |

Pada tahap identifikasi kata kunci ini setiap soal dikelompokkan berdasarkan kata kunci pokok bahasan. Hal ini bertujuan untuk membedakan cara penyelesaian soal apabila ditemukannya satu jenis objek pertanyaan yang terdapat pada pokok bahasan yang berbeda.

Berikut ini merupakan contoh analisis identifikasi Kata kunci pada soal.

**Tabel 3.10 Tabel Identifikasi Kata Kunci**

| Nama Objek | Token Objek |
|---|---|
| Contoh Soal | Sebuah, benda, bergerak, lurus, horizontal, dengan, kecepatan, awal, 20, m/s, ., Benda, berhenti, setelah, menempuh, jarak, 40, meter, ., Berapakah, waktu, yang, dibutuhkan, sampai, berhenti, ? |
| Kata Kunci Utama Pokok Bahasan Teridentifikasi | bergerak+lurus+horizontal |
| Kata Kunci Tambahan Teridentifikasi | kecepatan+awal, jarak |

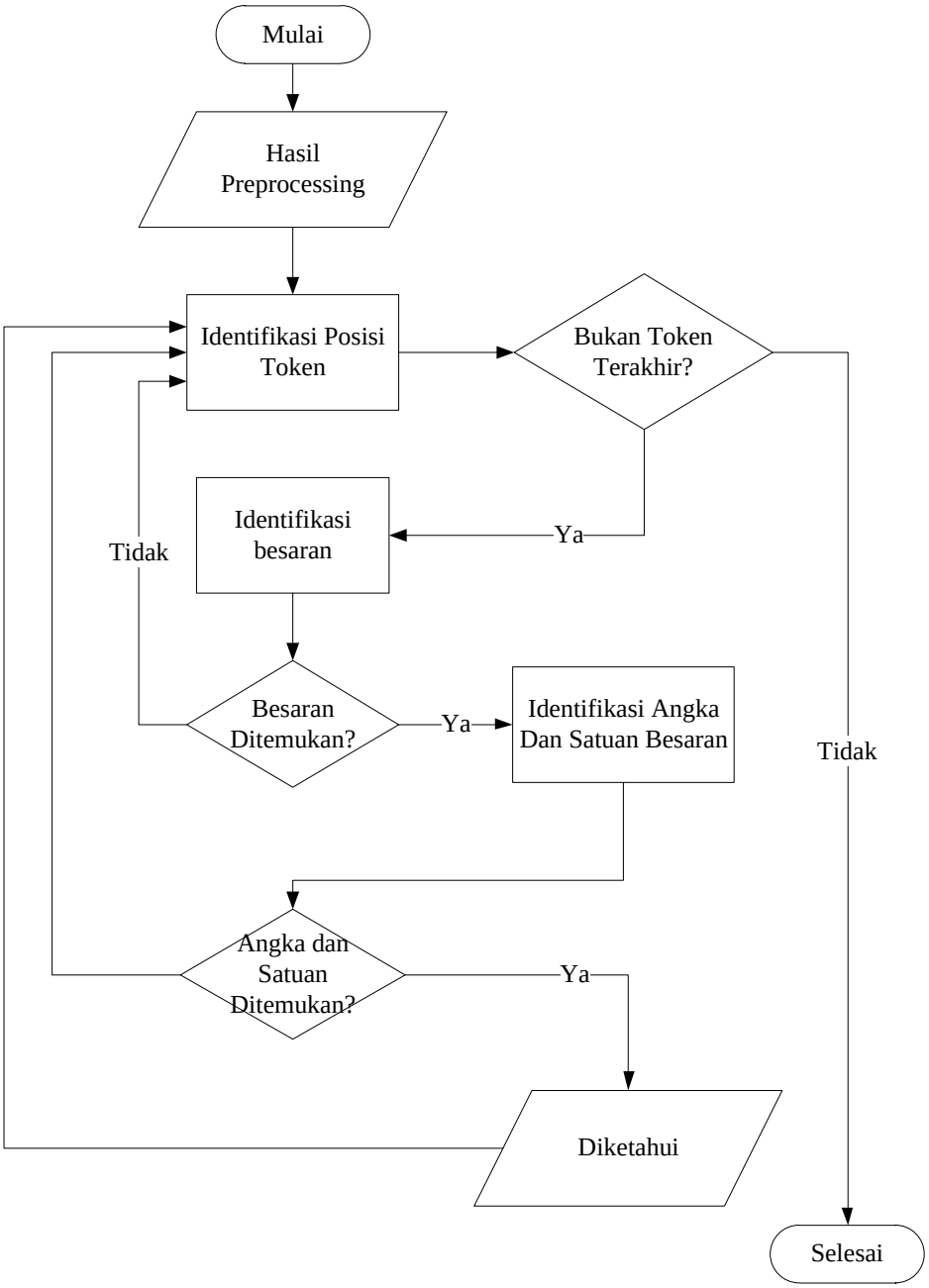
Pada table 3.10 diatas dapat diamati bahwa setelah sistem melakukan pencarian kata kunci pada data hasil *preprocessing*, ditemukan gabungan kata yang terdidentifikasi sebagai kata kunci utama pokok bahasan gerak lurus pada lintasan horizontal. Gabungan kata tersebut adalah bergerak lurus horizontal. Kemudian sistem mengambil kesimpulan bahwa soal termasuk kategori soal gerak lurus pada lintasan horizontal.

**3.2.1.2.3 Identifikasi Diketahui**

Setelah mengelompokkan soal berdasarkan pokok bahasannya, tahapan berikutnya adalah mengidentifikasi besaran – besaran yang menjadi informasi soal (identifikasi diketahui).

Tahapan pertama pada proses ini adalah dengan cara mencari token atau gabungan token yang menjadi indikasi besaran informasi. Indikasi token atau gabungan token ini tidak jauh berbeda dengan indikasi token objek pertanyaan yang dapat dilihat pada Tabel Daftar Nama Token dan Indikasi Besaran. Biasanya token ini diikuti oleh token angka dan token satuan besaran. Kemudian angka – angka inilah yang menjadi informasi besaran dari soal dan disimpan ke dalam variabel yang nantinya akan digunakan untuk menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan yang ada.

Tetapi tidak semua token yang menjadi indikasi besaran ini diikuti oleh token angka. Hal ini terjadi pada sebagian varian soal cerita fisika. Selain menggunakan cara tesebut, identifikasi juga dapat dilakukan dengan cara mencari token yang mengindikasikan sebagai satuan besaran. Token - token ini biasanya mengikuti angka – angka yang merupakan besaran informasi diketahui.




**Gambar 3.6 Gambar Alur Diagram Identifikasi Diketahui**

Berdasarkan besaran yang diperoleh pada tabel 3.4, token – token tersebut adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.11 Tabel Jenis Besaran dan Token Satuannya**

| No | Jenis Besaran | Nama Token Satuan | |
|---|---|---|---|
| 1 | Perpindahan, jarak, tinggi | m<br>km<br>hm<br>dam<br>m<br>dm<br>cm<br>mm | kilometer<br>hektameter<br>dekameter<br>meter<br>desimeter<br>centimeter<br>milimeter |
| 2 | Waktu | s<br>detik | sekon<br>jam |
| 3 | Kelajuan, kelajuan rata-rata, Kecepatan, kecepatan rata-rata, kecepatan awal, kecepatan akhir, kelajuan linear, kecepatan linear | m/s<br>km/jam<br>cm/s<br>meter+per+detik | meter+per+sekon<br>kilometer+per+jam<br>centimeter+per+detik |
| 4 | Percepatan, gravitasi, percepatan sentripetal | $m/s^2$ | meter+per+sekon+kuadrat |
| 5 | Periode | putaran<br>radian | rad |
| 6 | Frekuensi | hz<br>hertz | rpm |
| 7 | Kecepatan sudut | Rad/s | radian per sekon |

Setelah angka setiap besaran informasi didapatkan, langkah selanjutnya adalah dengan menyimpan angka – angka tersebut ke dalam variabel yang sesuai dengan indikasi besarannya. Variabel besaran dapat dilihat pada tabel 3.13.

**Tabel 3.12 Tabel Jenis Besaran dan Variabel Besarannya**

| No | Besaran | Variabel Besaran |
|---|---|---|
| 1 | Kecepatan | v |
| 2 | Kelajuan | v |
| 3 | Kecepatan rata –rata | $\bar{v}$ |
| 4 | Kecepatan awal | $v_0$ |
| 5 | Kecepatan akhir | $v_t$ |
| 6 | Jarak | s |
| 7 | Tinggi | h |
| 8 | Percepatan | a |
| 9 | Gravitasi | g |
| 10 | Waktu | t |
| 11 | Periode | T |
| 12 | Frekuensi | f |
| 13 | Kecepatan Sudut | ω |
| 14 | Sudut | θ |
| 15 | Percepatan Sentripetal | a |
| 16 | Kelajuan Linear | v |
| 17 | Jarak | s |
| 18 | Perpindahan | s |

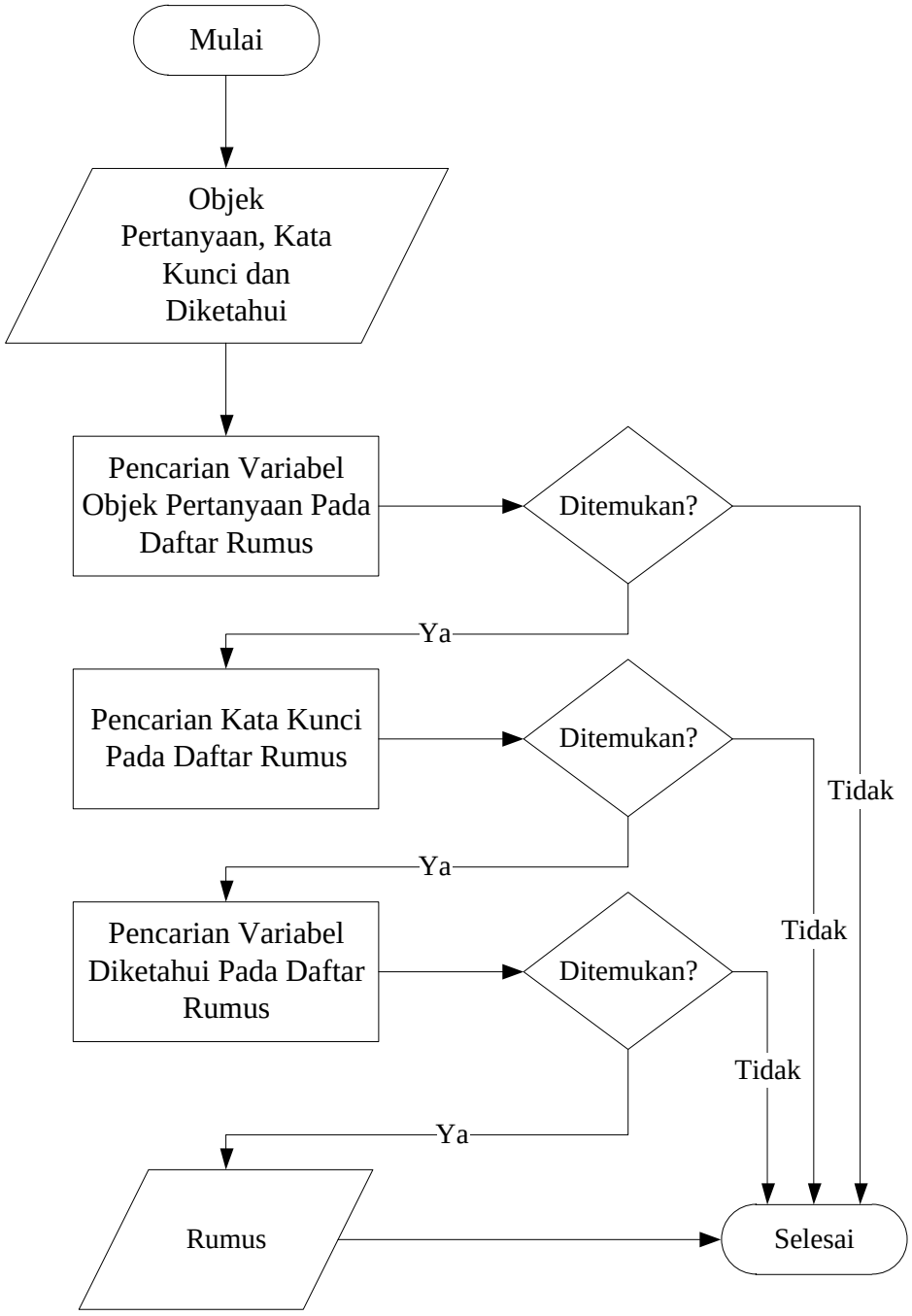
Berikut ini merupakan contoh analisis identifikasi diketahui pada soal.

**Tabel 3.13 Tabel Identifikasi Diketahui**

| Nama Objek | Identifikasi Objek |
|---|---|
| Contoh Soal | Sebuah, benda, bergerak, lurus, horizontal, dengan, kecepatan, awal, 20, m/s, ., Benda, berhenti, setelah, menempuh, jarak, 40, meter, ., Berapakah, waktu, yang, dibutuhkan, sampai, berhenti, ? |
| Kata Tanya yang Teridentifikasi | berapakah |
| Objek Pertanyaan yang Teridentifikasi: | waktu |
| Kata Kunci Pokok Bahasan Teridentifikasi | bergerak+lurus+horizontal |
| Besaran Teridentifikasi | kecepatan+awal, jarak |
| Angka Teridentifikasi | 20, 40 |
| Satuan Teridentifikasi | m/s, meter |

### 3.2.1.2.4 Penentuan Rumus

Untuk menjawab objek pertanyaan hitungan yang telah teridentifikasi diperlukan rumus – rumus yang sesuai pokok bahasan. Berikut adalah diagram alur proses penentuan rumus berdasarkan data objek pertanyaan, kata kunci dan diketahui.




**Gambar 3.7 Gambar Diagram Alur Penentuan Rumus**

Rumus – rumus ini dipilih berdasarkan besaran diketahui dan objek pertanyaan yang telah teridentifikasi sebelumnya. Rumus ditentukan berdasarkan pencarian objek pertanyaan pada daftar rumus yang ada. Jika ditemukan, kemudian sistem melakukan lagi pencarian daftar rumus yang sesuai dengan data kata kunci yang ada. Apabila daftar rumus ditemukan, sistem akan menyeleksi rumus berdasarkan data diketahui yang telah diidentifikasi sebelumnya. Rumus yang ditentukan pun nantinya akan digunakan pada proses perhitungan sistem.

Rumus yang dipilih harus memenuhi syarat yaitu besaran objek pertanyaan harus tepat mengisi variabel berada di sebelah kiri tanda sama dengan (=) dan besaran diketahui tepat mengisi variabel yang terdapat di kanan tanda sama dengan (=). Berikut ini merupakan contoh analisis identifikasi penentuan rumus pada soal.

**Tabel 3.14 Tabel Contoh Penentuan Rumus**

| Nama Objek | Identifikasi Objek |
|---|---|
| Contoh Soal | Sebuah, benda, bergerak, lurus, horizontal, dengan, kecepatan, awal, 20, m/s, ., Benda, berhenti, setelah, menempuh, jarak, 40, meter, ., Berapakah, waktu, yang, dibutuhkan, sampai, berhenti, ? |

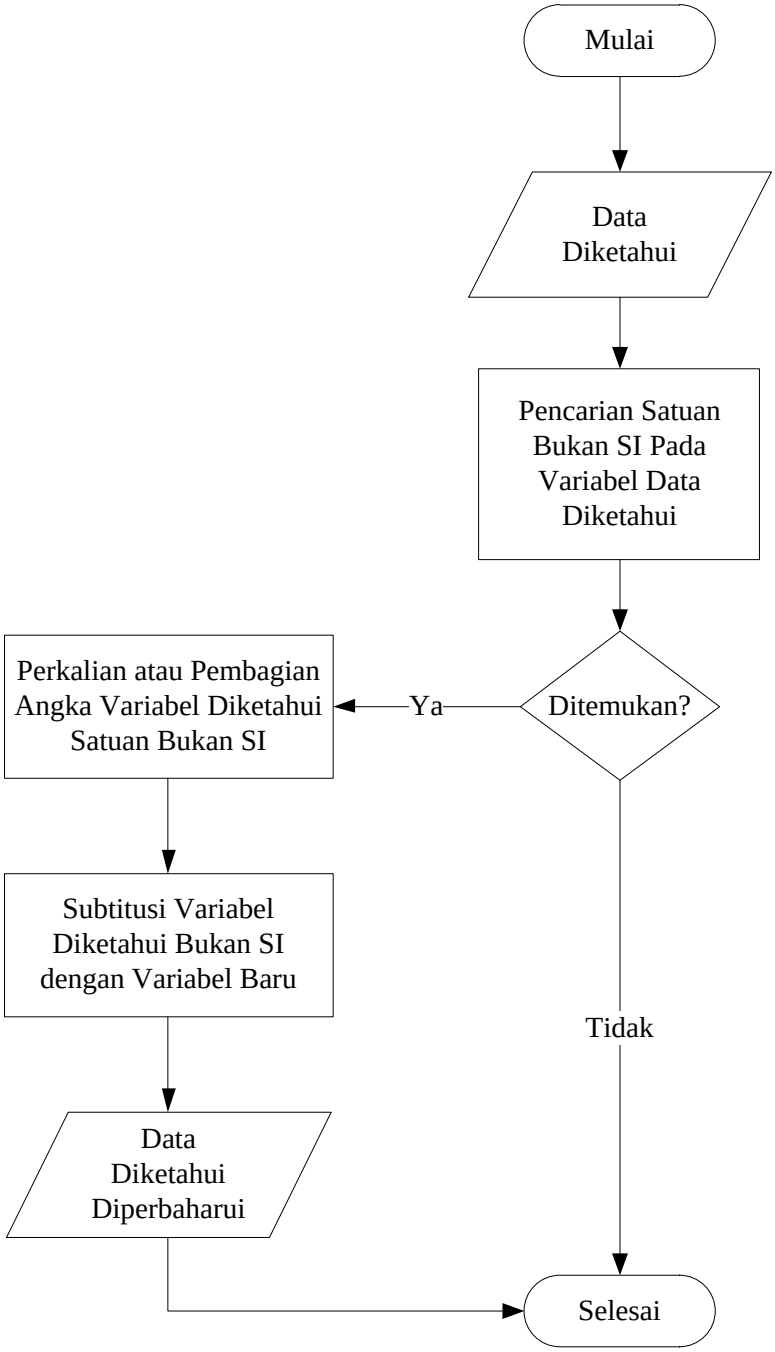
| Nama Objek | Identifikasi Objek |
|---|---|
| Kata Tanya yang Teridentifikasi | berapakah |
| Objek Pertanyaan yang Teridentifikasi: | waktu |
| Gabungan Token Kata Kunci Pokok Bahasan Teridentifikasi | bergerak+lurus+horizontal |
| Besaran Teridentifikasi | kecepatan+awal ($v_0$)<br>Jarak (s) |
| Rumus yang Teridentifikasi Berdasarkan Objek pertanyaan dan Kata Kunci | 1. $t = \frac{v_t - v_0}{a}$<br>2. $t = \frac{-v_0 \pm \sqrt[2]{{v_0}^2 + 2*a*s}}{a}$<br>3. $t = \frac{s}{v0}$ |
| Rumus yang Dipilih Sebagai Rumus Penyelesaian Soal | $t = \frac{s}{v0}$ |

Keterangan:

Rumus 1 dan 2 tidak dipilih karena variabel (a) yang terdapat pada sebelah kanan tanda sama dengan (=) rumus tidak terdapat pada besaran yang teridentifikasi yaitu ($v_0$) dan (s). Rumus 3 dipilih karena variabel ($v_0$) dan (s) tepat mengisi variabel yang terdapat pada sebelah kakan rtanda sama dengan (+) rumus.

### 3.2.1.2.5 Penyesuaian Satuan Besaran

Satuan Besaran Pokok yang dipakai mengikuti Satuan Sistem Internasional ( *International System of Units* )[3] .



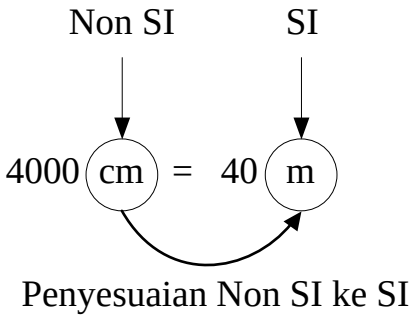

**Gambar 3.8 Gambar Alur Diagram Penyesuaian Satuan Besaran**

Semua satuan yang tidak sesuai dengan Satuan Sistem Internasional akan diubah dahulu ke dalam Satuan Sistem Internasional. Caranya yaitu mengalikan atau membagi angka satuan yang tidak sesuai dengan sejumlah angka yang telah ditetapkan Satuan Sistem Internasional. Penyesuaian satuan juga mengacu kepada pertanyaan soal. Tabel pengubahan satuan dapat dilihat pada lampiran.

**Tabel 3.15 Tabel Contoh Penyesuaian Satuan Besaran**

| Nama Objek | Identifikasi Objek |
|---|---|
| Contoh Soal | Sebuah, benda, bergerak, lurus, horizontal, dengan, **kecepatan, awal, 20, m/s**, ., Benda, berhenti, setelah, menempuh**, jarak, 4000, cm**, ., Berapakah, waktu, yang, dibutuhkan, sampai, berhenti, ? |
| Variabel Diketahui | v0 = 20 m/s<br>s = 4000 **cm** |
| Variabel Diketahui Besaran Bukan SI | 4000 **cm**<br>Keterangan<br>• 4000 merupakan angka satuan<br>• cm erupakan satuan bukan SSI |
| Pengalian Angka Satuan Bukan SI | (Angka satuan / 100) m<br>(4000 / 100) m = 40 m |
| Subtitusi Variabel Diketahui Besaran Bukan SI dengan Variabel Baru | **s = 40 m** |
| Variabel Diketahui Diperbaharui | v0 = 20 m/s<br>s = 40 m |

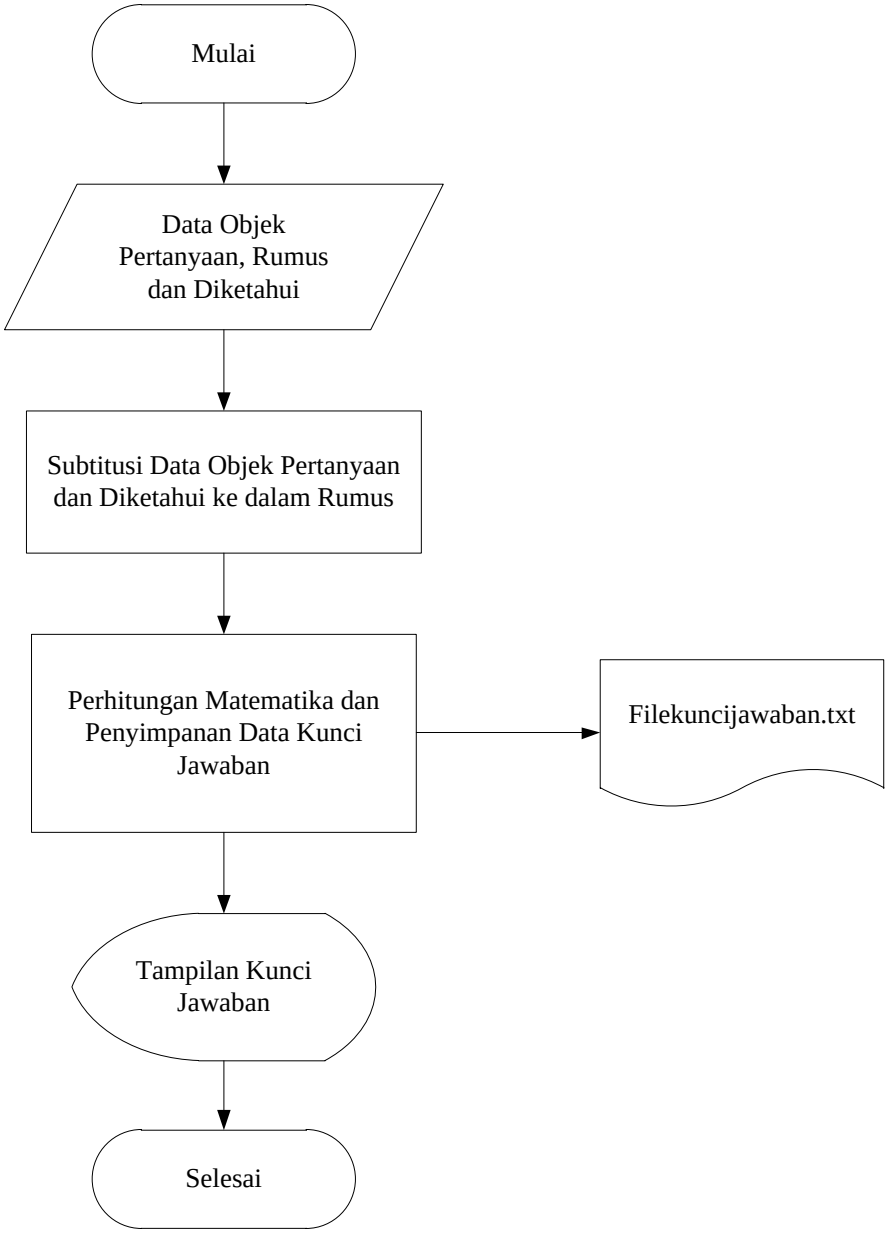
Berdasarkan identifikasi diketahui pada soal di atas terdapat satuan yang tidak sesuai dengan Satuan Sistem Internasional yaitu cm (centimeter) sedangkan satuan yang sesuai dengan SSI adalah m (meter). Berdasarkan tabel penyesuaian satuan yang terdapat pada lampiran penyesuaian satuan cm ke dalam m adalah dengan cara membagi 100 angka satuan. Variabel tersebut kemudian disubtitusikan ke dalam variabel lama pada data diketahui.




**Gambar 3.9 Gambar Contoh Penyesuaian Satuan Besaran**

### 3.2.1.2.6 Perhitungan Jawaban

Data objek pertanyaan, diketahui dan rumus akan diolah para proses perhitungan variabel ini.




**Gambar 3.10 Gambar Alur Diagram Perhitungan Variabel**

Data objek pertanyaan dan diketahui yang berupa variabel akan disubtitusikan ke dalam rumus yang telah ditentukan pada proses penentuan rumus. Setelah mensubtitusikan variabel tersebut dilakukan perhitungan matematika sesuai dengan rumus. Hasil perhitungan tersebut berupa jawaban yang sesuai dengan objek pertanyaan yang terdapat pada soal cerita. Data rumus penyelesaian, data subtitusi besaran dan data hasil jawaban akhir disimpan ke dalam variabel – variabel data kunci jawaban. Variabel - variabel ini akan ditampilkan ke pengguna dan akan digunakan pada proses penilaian jawaban.

Berikut ini merupakan contoh analisis perhitungan variabel berdasarkan diketahui dan ditanya pada soal.

**Tabel 3.16 Tabel Contoh Perhitungan Variabel**

| Nama Objek | Identifikasi Objek |
|---|---|
| Contoh Soal | Sebuah, benda, bergerak, lurus, horizontal, dengan, kecepatan, awal, 20, m/s, ., Benda, berhenti, setelah, menempuh, jarak, 40, meter, ., Berapakah, waktu, yang, dibutuhkan, sampai, berhenti, ? |
| Token Kata Tanya yang | berapakah |
| Token Data Objek Pertanyaan | waktu (t) |
| Token Data Diketahui | kecepatan+awal ($v_0$) 20 m/s,<br>Jarak (s) 40 m |
| Data Rumus | $t = s / v_0$ |
| Subtitusi Data Objek Pertanyaan dan Diketahi ke rumus | $s = 40$ m<br>$v_0 = 20$ m/s<br>$t = 40 / 20$ |
| Perhitungan Matematika | $t = 40 / 20$<br>$t = 2$ |
| Penyimpanan Data Kunci Jawban | Variabel Rumus $t = s / v_0$<br>Variabel Subtitusi Besaran t = 40 m / 20 m/s<br>Variabel Nilai Jawaban t = 2 s |

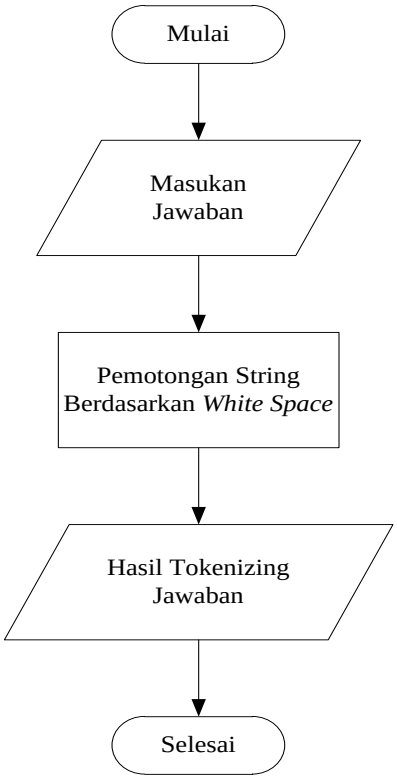
| Nama Objek | Identifikasi Objek |
|---|---|
| Tampilan Kunci Jawaban | Diketahui:<br>Kecepatan awal 20 m/s<br>Jarak 40 m<br>Ditanya :<br>Waktu<br>Jawab:<br>t = s / v0<br>t = 40 meter / 20 m/s<br>t = 2.0 sekon |

Berikut adalah langkah – langkah proses perhitungan variabel sistem

1. Data objek pertanyaan yang terdapat pada soal adalah waktu (t)
2. Data diketahui $v_0$ = 20 m/s dan s = 40 m
3. Rumus yang dipilih berdasarkan data objek pertanyaan dan diketahui adalah t = s / $v_0$
4. Data diketahui disubtitusi ke dalam rumus menjadi t = 40 / 20
5. Sistem melakukan perhitungan matematika berdasarkan rumus menghasilkan t = 2
6. t = 2 merupakan jawaban akhir
7. Penyimpanan data kunci jawaban berupa
    a. Variabel Rumus t = s / $v_0$
    b. Variabel Subtitusi Besaran t = t = 40 m / 20 m/s
    c. Variabel Nilai Jawaban t = 2 s
8. Sistem akan menampilkan tampilan kunci jawaban berdasarkan data kunci jawaban

### 3.2.1.3 *Preprocessing* Jawaban Input

Tahapan *Preprocessing* ini bertujuan untuk mempermudah penerapan metode *rule based* dalam identifikasi langkah – langkah jawaban pada proses penilaian jawaban. Pada *preprocessing* hanya menggunakan tahap *tokenizing* sebelum masuk ke tahapan selanjutnya. Pada tahap *tokenizing* ini dilakukan pemotongan *string* berdasarkan setiap kata penyusunnya.




**Gambar 3.11 Gambar Diagram Alur Proses *Tokenizing***

Pemotongan tersebut dilakukan ketika masukan memiliki *white space*. Karakter khusus selain huruf dan angka akan dianggap sebagai kata penyusun *string* apabila karakter tersebut berdiri sendiri dan dipisahkan oleh *white space*. Karakter tersebut dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini merupakan contoh *Tokenizing* Jawaban Input.

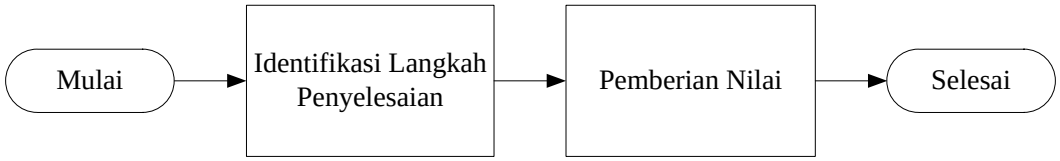
**Tabel 3.17 Tabel Proses *Tokenizing* Jawaban Input**

| **Jawaban Input** | **Hasil *Tokenizing*** |
|---|---|
| Diketahui:<br>Kecepatan awal 20 m/s<br>Jarak 40 m<br>Ditanya :<br>Waktu<br>Jawab:<br>t = s / v0<br>t = 40 meter / 20 m/s<br>t = 2.0 sekon | *String* 1 : Diketahui<br>*String* 2 : :<br>*String* 3 : Kecepatan<br>*String* 4 : awal<br>*String* 5 : 20<br>*String* 6 : m/s<br>*String* 7 : Jarak<br>*String* 8 : 40<br>*String* 9 : m<br>*String* 10 : Ditanya<br>*String* 11 : :<br>*String* 12 : Waktu<br>*String* 13 : Jawab<br>*String* 14 : :<br>*String* 15 : t<br>*String* 16 : =<br>*String* 17 : s<br>*String* 18 : /<br>*String* 19 : $v_0$<br>*String* 20 : =<br>*String* 21 : 40<br>*String* 22 : m<br>*String* 23 :/<br>*String* 24 : 20<br>*String* 25 : m/s<br>*String* 26 : t<br>*String* 27 : =<br>*String* 28 : 2<br>*String* 29 : sekon |

Pada tabel 3.17 dapat dilihat bahwa sistem akan memotong teks jawaban masukan dari pengguna. Setiap karakter yang dipisahkan oleh *white space* pada jawaban masukan akan teridentifikasi sebagai token.

### 3.2.1.4 Proses Penilaian Jawaban

Pada proses penilaian jawaban ini terdapat dua bagian proses yaitu proses identifikasi langkah penyelesaian dan pemberian bobot nilai pada jawaban input.



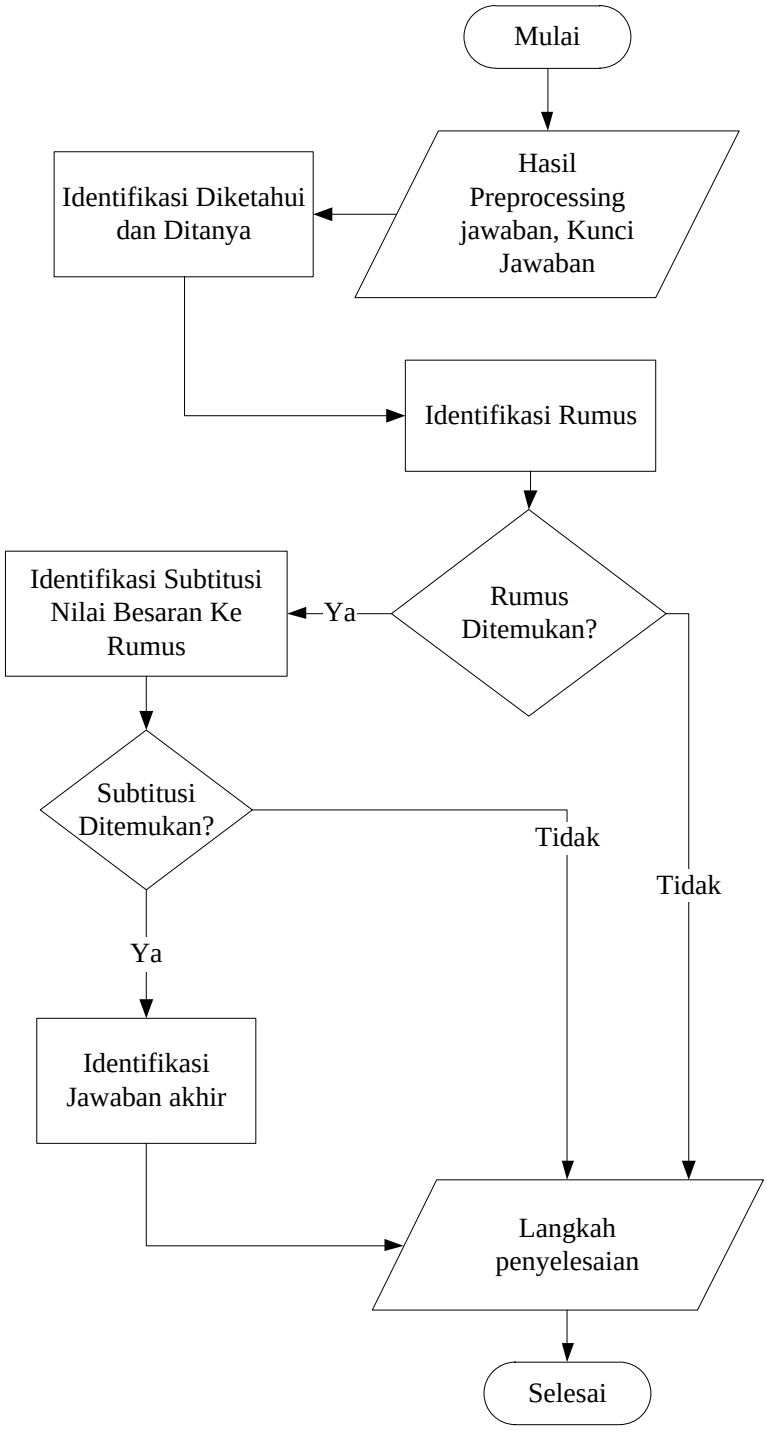

**Gambar 3.12 Gambar Blok Diagram Proses Penilaian Jawaban**

Selain data hasil *preprocessing* jawaban input, data – data kunci jawaban soal yang telah diproses sebelumnya juga dibutuhkan pada proses ini. Data tersebut adalah data rumus, besaran diketahui, dan data hasil akhir jawaban.

#### 3.2.1.4.1 Identifikasi Langkah Penyelesaian

Setelah melakukan *preprocessing* jawaban, sistem akan masuk ke dala tahap untuk mengidentifikasi langkah – langkah penyelesaian pada jawaban. Proses penerapan identifikasi langkah penyelesaian pada data hasil *tokenizing* jawaban dapat dilihat pada gambar 3.13 Gambar Alur Diagram Identifikasi Langkah Penyelesaian.

Data – data kunci jawaban hasil proses penyelesaian soal cerita terkait akan digunakan kembali pada proses ini sebagai acuan identifikasi. Data – data tersebut adalah berupa data rumus, data subtitusi nilai, data nilai jawaban. Setiap data diubah menjadi gabungan token. Gabungan token ini akan dicari pada token hasil *preprocessing* jawaban.




**Gambar 3.13 Gambar Alur Diagram Identifikasi Langkah Penyelesaian**

Penjelasan proses pencarian gabungan token pada token – token hasil *preprocessing* jawaban tersebut adalah sebagai berikut.

1. Proses pertama adalah mencari gabungan token rumus. Jika gabungan token ini ditemukan, maka lanjut ke proses kedua, jika tidak ditemukan maka lanjut ke proses pemberian bobot jawaban.
2. Proses kedua adalah mencari gabungan token subtitusi besaran. Jika gabungan token ini ditemukan, maka lanjut ke proses ketiga, jika tidak ditemukan maka lanjut ke proses pemberian bobot jawaban.
3. Proses ketiga adalah dengan mencari gabungan token nilai jawaban.

Langkah – langkah penyelesaian pada jawaban harus mengandung minimal tiga jenis tahap pemecahan masalah penyelesaian soal cerita**.** Langkah – langkah tersebut dapat dilihat pada tabel 3.18 berikut.

**Tabel 3.18 Tabel Tahap dan Indikator Pemecahan Masalah Soal Cerita**

| Tahap | Indikator |
|---|---|
| Merencanakan strategi | Membuat diagram benda bebas/sketsa yang menggambarkan permasalahan<br>Menentukan persamaan yang tepat untuk pemecahan masalah |
| Menerapkan strategi | Mensubtitusi nilai besaran yang diketahui ke persamaan<br>Melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan yang dipilih |
| Mengevaluasi strategi | Mengevaluasi kesesuaian konsep jawaban akhir<br>Mengevaluasi satuan |

Berdasarkan tahap dan indikator diatas identifikasi langkah penyelesaian yang diterapkan pada sistem yang akan dibangun adalah :

1. Identifikasi diketahui dan ditanya
2. Identifikasi rumus penyelesaian
3. Identifikasi subtitusi nilai besaran ke rumus penyelesaian
4. Identifikasi jawaban akhir berupa nilai dan satuan jawaban akhir

Contoh proses identifikasi langkah penyelesaian jawaban adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.19 Tabel Contoh proses identifikasi langkah penyelesaian jawaban**

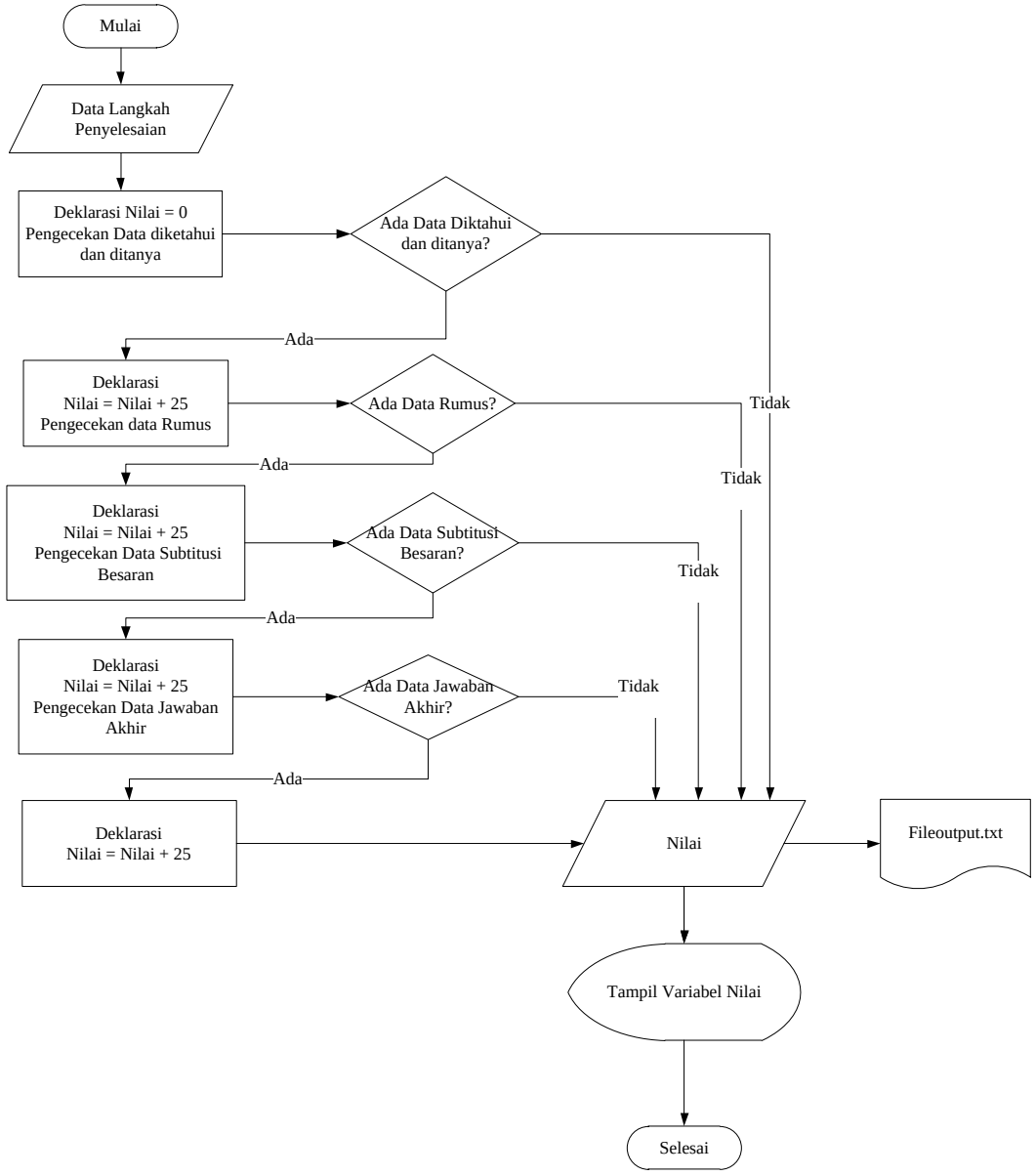
| Nama Objek | Objek |
|---|---|
| Token hasil *preprocessing* jawaban | Diketahui, :, Kecepatan, awal, 20 m/s, Jarak, 40, m, Ditanya, :, Waktu, Jawab, :, t, =, s, /, $v_{0,}$ =, 40, m, /, 20, m/s, t, =, 2, sekon |
| Data kunci jawaban | Variabel Diketahui : [ kecepatan awal 20 m/s , Jarak 40 m ]<br>Variabel Ditanya : Waktu<br>Variabel Rumus: t = s / $v_0$<br>Variabel Subtitusi Besaran : t = 40 m / 20 m/s<br>Variabel Nilai Jawaban : t = 2 sekon |
| Gabungan token data kunci jawaban | Gabungan token diketahui dan ditanya:<br>1. Diketahui+:+Kecepatan+awal+20+m/s+Jarak+40+m+Ditanya+:+Waktu<br>Gabungan token rumus :<br>1. t+=+s+/+$v_0$<br>Gabungan token subtitusi besaran :<br>2. t+=+40+m+/+20+m/s<br>Gabungan token nilai jawaban<br>3. t+=+2+sekon |
| Identifikasi diketahui dan ditanya | Diketahui+:+Kecepatan+awal+20+m/s+Jarak+40+m+Ditanya+:+Waktu<br>(teridentifikasi) |
| Identifikasi rumus berdasarkan gabungan token rumus pada data jawaban | t+=+s+/+$v_0$<br>(teridentifikasi) |

| | |
|---|---|
| Identifikasi Subtitusi Nilai Besaran Ke Rumus berdasarkan Gabungan token subtitusi besaran | t+=+40+m+/+20+m/s<br>(teridentifikasi) |
| Identifikasi jawaban akhir berdasarkan Gabungan token nilai jawaban | t+=+2+sekon<br>(teridentifikasi) |
| Simpan data identifikasi langkah penyelesaian | Data rumus = ada<br>Data subtitusi = ada<br>Data jawaban akhir = ada |

Pada contoh soal diatas dapat disimpulkan pada tahap identifikasi langkah penyelesaian soal hanya menemukan rumus dan subtitusi nilai besaran terhadap token jawaban. Hasil identifikasi ini akan digunakan sebagai acuan pemberian nilai pada proses selanjutnya

### 3.2.1.4.2 Proses Pemberian Nilai

Data identifikasi langkah penyelesaian menjadi acuan dalam pembobotan nilai jawaban. Langkah – langkah pemberian nilai dapat dilihat pada alur diagram berikut.




**Gambar 3.14 Gambar Alur Diagram Proses Pemberian Nilai**

Kriteria pemberian nilai terhadap setiap langkah penyelesaian adalah sebagai berikut.

1. Jika ditemukannya gabungan token yang teridentifikasi sebagai data diketahui dan ditanya maka nilai akan bertambah sebanyak 25 poin. Jika tidak ditemukan maka nilai tetap 0 poin dan tidak akan dilanjutkan ke proses setelahnya. Diketahui dan ditanya merupakan representasi objek pertanyaan pertanyaan dan besaran diketahui yang terdapat pada soal. Jika Diketahui dan ditanya tidak teridentifikasi pada jawaban maka dapat disimpulkan bahwa peserta ajar gagal paham terhadap soal yang diselesaikan. Apabila Diketahui dan ditanya dapat teridentifikasi maka akan dilanjutkan ke proses identifikasi rumus.
2. Jika ditemukannya gabungan token yang teridentifikasi sebagai data rumus maka nilai akan bertambah sebanyak 50 poin. Jika tidak ditemukan maka nilai tetap 0 poin dan tidak akan dilanjutkan ke proses setelahnya. Rumus atau persamaan merupakan hasil representasi tingkat kepahaman peserta ajar terhadap transformasi objek pertanyaan pertanyaan dan besaran diketahui yang terdapat pada soal. Jika rumus tidak teridentifikasi pada jawaban maka dapat disimpulkan bahwa peserta ajar gagal paham terhadap soal yang diselesaikan. Apabila rumus dapat teridentifikasi maka akan dilanjutkan ke proses identifikasi subtitusi besaran.
3. Jika ditemukannya gabungan token yang teridentifikasi sebagai data subtitusi besaran maka nilai akan bertambah sebanyak 25 poin. Jika tidak ditemukan maka nilai tetap 50 poin hasil dari pemberian nilai identifikasi data rumus dan tidak akan dilanjutkan ke proses setelahnya. Subtitusi besaran ke dalam rumus atau persamaan merupakan hasil representasi keterampilan siswa dalam mengenali besaran diketahui dan mensubtusikannya ke dalam persamaan. Jika data subtitusi tidak teridentifikasi pada jawaban maka dapat disimpulkan peserta ajar tidak terampil dalam mengenali besaran atau

tidak teliti dalam mensubtitusi besaran ke rumus. Apabila data subtitusi besaran dapat teridentifikasi maka akan dilanjutkan ke proses identifikasi jawaban akhir.

4. Jika ditemukannya gabungan token yang teridentifikasi sebagai data jawaban akhir maka nilai akan bertambah sebanyak 25 poin. Jika tidak ditemukan maka nilai tetap 75 poin hasil dari pemberian nilai identifikasi data subtitusi besaran. Subtitusi besaran ke dalam rumus atau persamaan merupakan hasil representasi keterampilan siswa dalam melakukan perhitungan matematika dan evaluasi satuan jawaban akhir. Jika data jawaban akhir tidak teridentifikasi pada jawaban maka dapat disimpulkan peserta ajar kurang teliti dalam melakukan proses perhitungan matematika dan pengecekan satuan jawaban.

**Tabel 3.20 Tabel Contoh Proses Pemberian Nilai**

| Nama Objek | Objek |
|---|---|
| Data langkah penyelesaian | Data Diketahui dan Ditanya = ada<br>Data rumus = ada<br>Data subtitusi besaran = ada<br>Data jawaban akhir = ada |
| Data Diketahui Ditanya | Nilai = 25 |
| Data rumus = ada | Nilai = Nilai + 25<br>Nilai = 50 |
| Data subtitusi = ada | Nilai = Nilai + 25<br>Nilai = 75 |
| Data jawaban akhir = ada | Nilai = Nilai + 25<br>Nilai = 100 |
| Tampil Variabel Nilai | 100 |

Pada contoh input jawaban tabel 3.20 dapat teridentifikasi bahwa pada jawaban hanya terdapat data rumus dan data subtitusi besaran. Untuk data diketahio ditanya mendapatkan nilai 25, data rumus mendapatkan nilai 25dan 25 poin untuk data subtitusi besaran. Jumlah poin nilai terhadap jawaban adalah 100 dari total 100 poin.

### 3.2.2 Analisis Kebutuhan Non - Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional pada sistem yang akan dibangun ini terdiridari analisis kebutuhan perangkat lunak, analisis kebutuhan perangkat keras dan analisis kebutuhan pengguna.

#### 3.2.2.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Spesifikasi dari perangkat lunak minimum yang dapat menjalankan sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut.

1. Sistem Operasi *Windows* XP
2. Python 3.4 32 bit *Windows*

#### 3.2.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras minimun untuk menjalankan sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut.

1. Intel Pentium 4 1.2 Ghz
2. Memory Ram 256 Mb
3. HDD 20 Gb

#### 3.2.2.3 Analisis Kebutuhan Pengguna

Pengguna perangkat lunak yang akan menggunakan sistem ini mempunyai karakteristik sebagai berikut.

**Tabel 3.21 Tabel Analisis Kebutuhan Pengguna (Siswa)**

| Nama | Spesifikasi |
|---|---|
| Pengguna | Siswa SMA kelas X Jurusan IPA |
| Tingkat Pendidikan | SMA kelas X Jurusan IPA |
| Tingkat Keterampilan | Mengetahui cara menggunakan komputer |
| Tingkat Pengetahuan | Mempelajari pokok bahasan fisika kinematika SMA |

**Tabel 3.22 Tabel Analisis Kebutuhan Pengguna (Pengajar)**

| Nama | Spesifikasi |
|---|---|
| Pengguna | Pengajar Fisika SMA kelas X, Pengajar Fisika Instansi Bimbingan Belajar |
| Tingkat Pendidikan | Minimal SMA Jurusan IPA |
| Tingkat Keterampilan | Mengetahui cara menggunakan komputer |
| Tingkat Pengetahuan | Mendalami dan mengetahui pokok bahasan fisika kinematika SMA |

### 3.2.3 Analisis Kebutuhan Fungsional

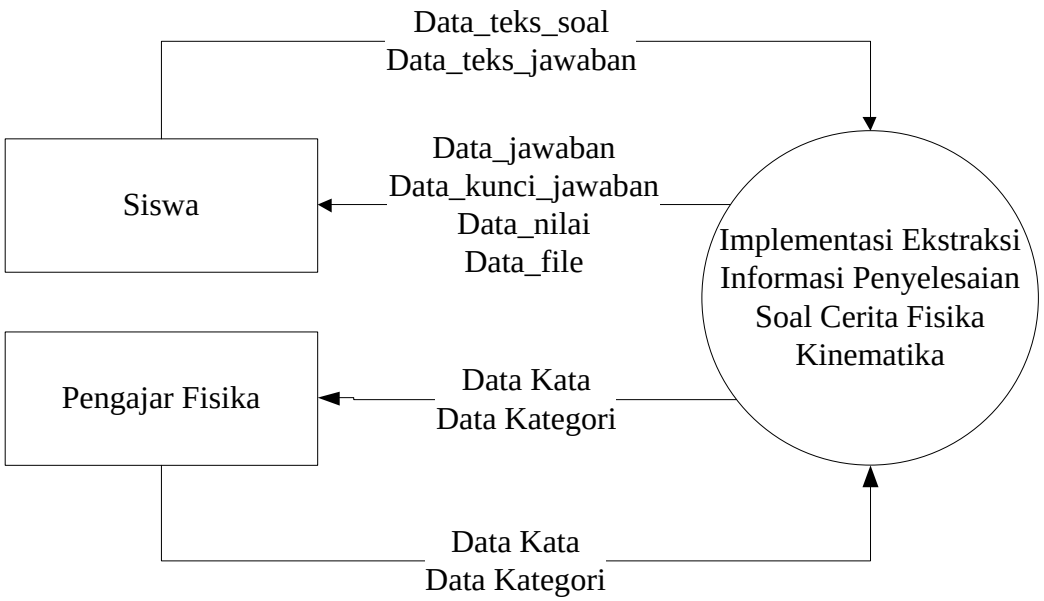
Analisis kebutuhan fungsional pada sistem yang akan dibangun ini adalah berupadeskripsi global sistem, *context diagram* dan *data flow diagram* dari sistem yang akan dibangun.

#### 3.2.3.1 Deskripsi Global Sistem

Sistem yang akan dibangun merupakan sistem pakar yang dapat mengekstrak informasi dan menampilkan kunci jawaban soal fisika masukan serta melakukan penilaian terhadap jawaban masukan berdasarkan soal fisika terkait.

#### 3.2.3.2 Diagram Konteks

Diagram Konteks (*Context Diagram*) adalah diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem. Diagram konteks merupakan level tertinggi dari *Data Flow Diagram* yang menggambarkan seluruh input ke sistem atau *output* dari sistem




**Gambar 3.15 Gambar *Context Diagram* Sistem**

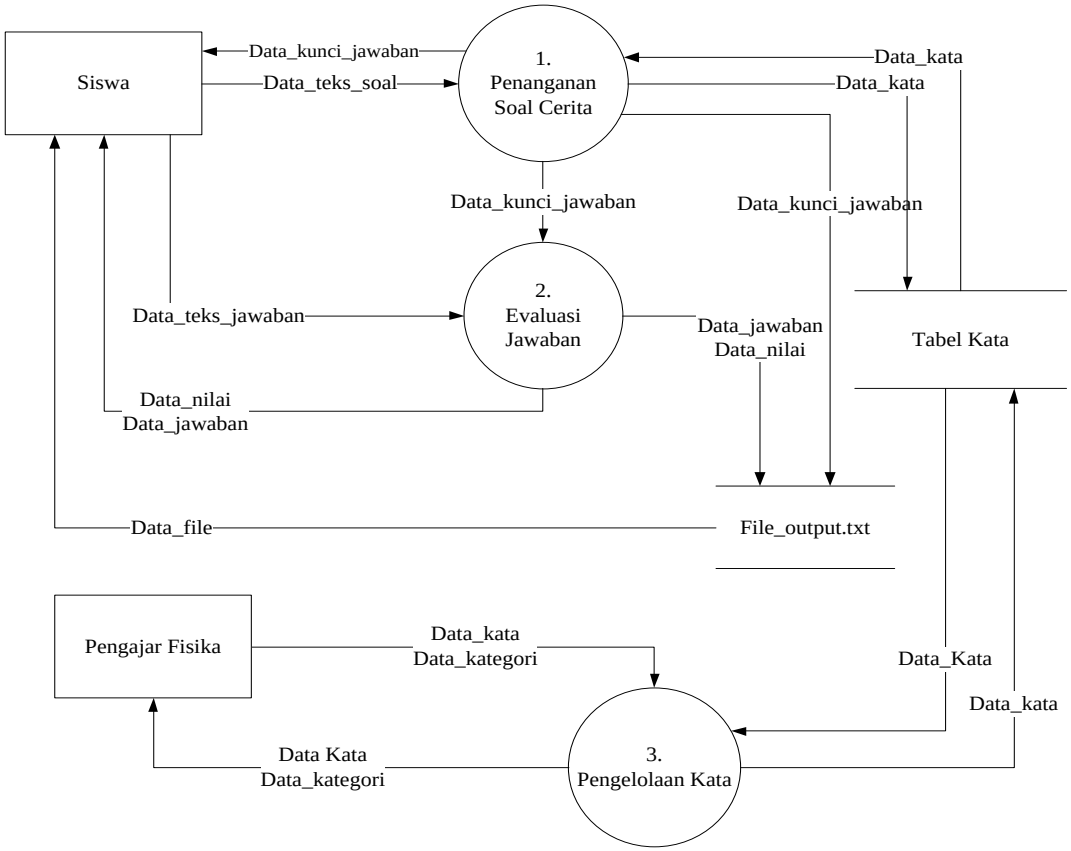
Dari *context diagram* pada gambar 3.20 diatas dapat dilihat bahwa siswa sebagai user mengmasukkan data – data berupa data soal fisika dan data jawaban soal terkait yang kemudian diolah oleh sistem. Sistem akan menampilkan info kepada siswa berupa data kunci jawaban dan data nilai jawaban.

### 3.2.3.3 Diagram Alir Data

Diagram Alir Data (DFD) merupakan model logik dari aliran data melalui sistem yang menunjukkan batas-batas sistem, proses dan entitas data yang berelasi secara logik. Data flow diagram pada sistem ini terdiri dari data flow diagram level 1, 2 dan 3.

### 3.2.4.3.1 DFD Level 1

Aliran data level 1 pada Implementasi Ekstraksi Informasi Penyelesaian Soal Cerita Fisika Kinematika dapat dilihat pada gambar.



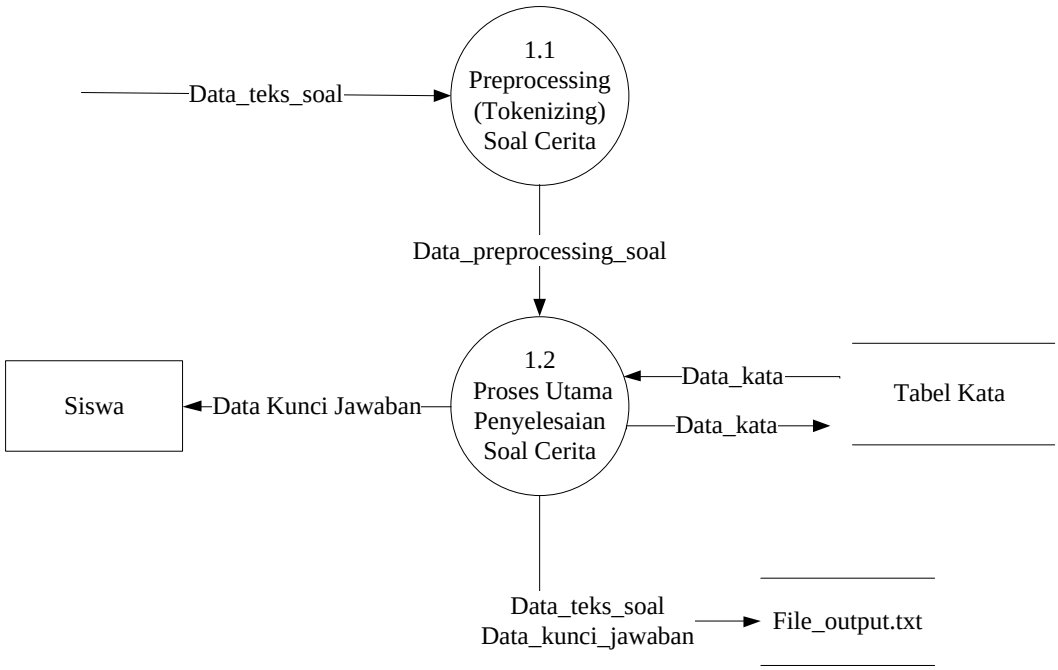

**Gambar 3.16 Gambar *Data Flow Diagram level 1* Sistem**

Pada DFD level 1 sistem ini terdapat beberapa proses yaitu penanganan soal cerita, evaluasi jawaban dan pengolahan kata. Data _teks soal dan Data _teks_jawaban merupakan masukan sistem dari pengguna siswa. Sedangkan untuk pengajar fisika data masukannya adalah Data_kata dan Data_kategori.

### 3.2.4.3.2 DFD Level 2

Data flow diagram level 2 merupakan model aliran data yang lebih terperinci dari proses – proses yang terdapat pada DFD level 1. DFD level 2 ini terdiri dari DFD level 2 Penanganan Soal dan DFD level 2 Evaluasi Jawaban.

### 3.2.4.3.2 DFD Level 2 Penanganan Soal Cerita

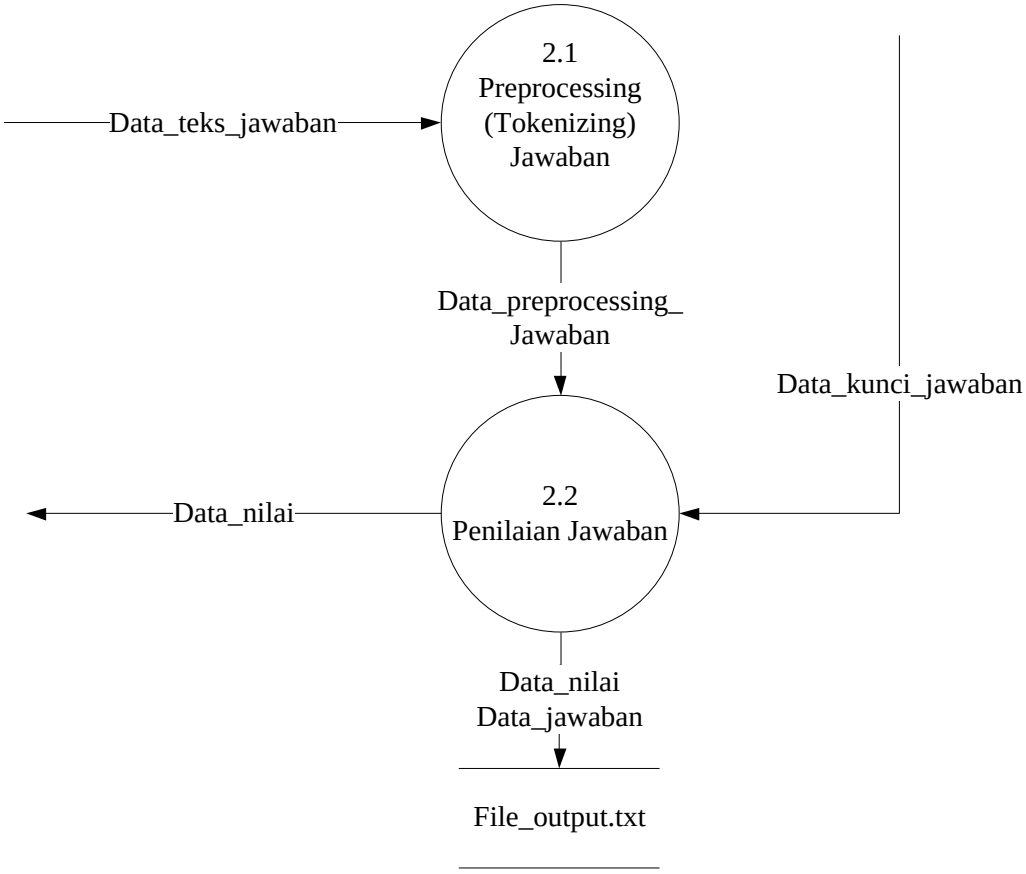



**Gambar 3.17 Gambar DFD *level 2* Penanganan Soal Cerita**

DFD level 2 Penanganan Soal Cerita terdapat 2 proses yaitu, *preprocessing* (*tokenizing*) soal cerita dan proses utama penyelesaian soal cerita. Data_soal yang dimasukkan akan diubah menjadi Data_teks_soal. Data_teks_soal ini akan diolah pada proses *preprocessing* (*tokenizing*) soal menjadi

Data_*preprocessing*_soal yang kemudian akan diolah pada proses utama penyelesaian soal cerita.

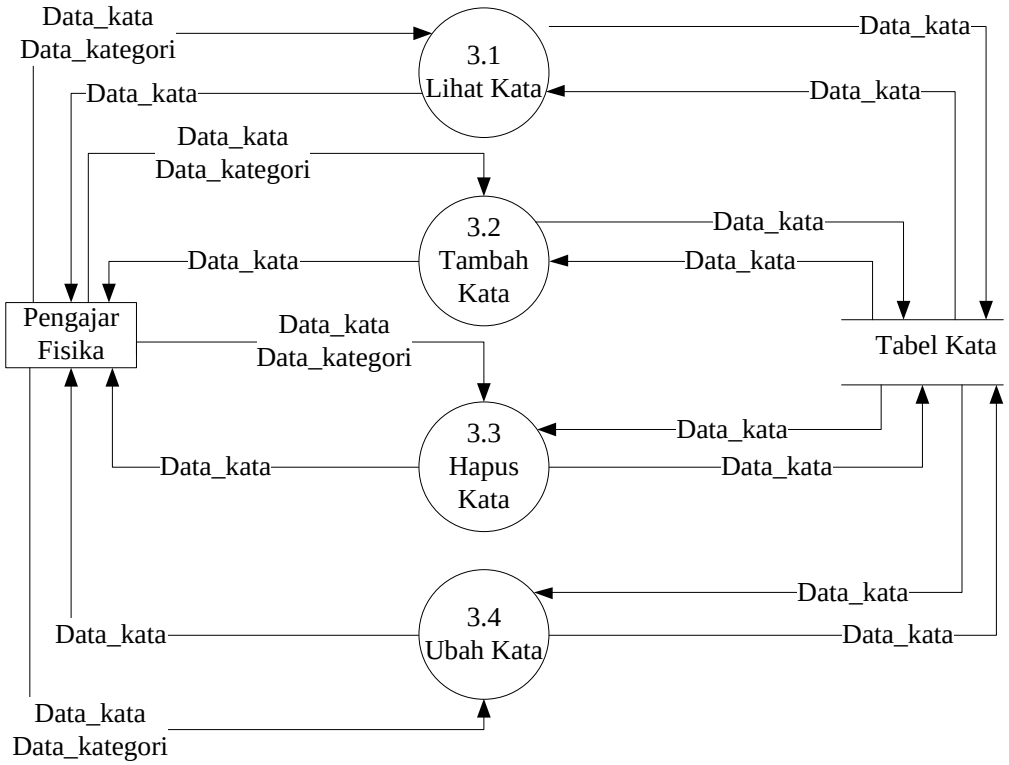
### 3.2.4.3.2 DFD Level 2 Evaluasi Jawaban




**Gambar 3.18 Gambar DFD *level 2* Penilaian Jawaban**

DFD level 2 Evaluasi Jawaban terdapat 2 proses *preprocessing* (*tokenizing*) jawaban dan penilaian jawaban. Data_jawaban yang dimasukkan akan diubah menjadi Data_teks_ jawaban. Data_teks_ jawaban ini akan diolah pada proses *preprocessing* (*tokenizing*) jawaban menjadi Data_preprocessing_ jawaban yang kemudian akan diolah pada proses penilaian. Data_kunci_jawaban digunakan pada proses penilaian jawaban.

### 3.2.4.3.3 DFD Level 2 Kelola Kata




**Gambar 3.19 Gambar DFD *level 2* Kelola Kata**

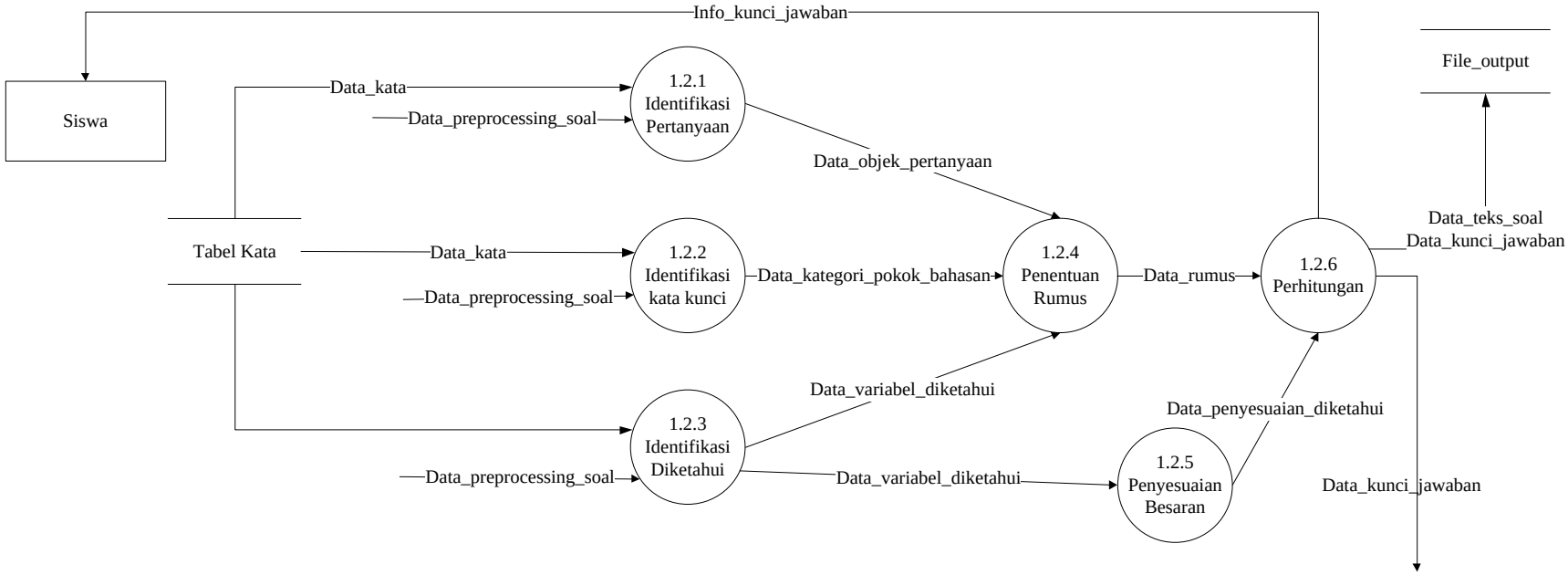
Pada DVD level 2 Mengelola Kata ini terdapat empat proses yaitu proses lihat kata , tambah kata, hapus kata, ubah kata. Data kata sebagai masukan proses akan dikelola sesuai dengan proses yang dipilih pengajar. Data – data tersebut dikelola dari tabel kata yang terdapat pada basis data sistem.

### 3.2.4.3.3 DFD Level 3

Data flow diagram level 2 merupakan model aliran data yang lebih terperinci dari proses – proses yang terdapat pada dfd level 2. Pada sistem ini terdapat proses pada DFD Level 2 yang dapat dipecah menjadi lebih rinci aliran datanya yaitu pada proses penyelesaian soal cerita dan proses penilaian jawaban.

### 3.2.4.3.3.1 DFD Level 3 Proses Utama Penyelesaian Soal Cerita

Aliran data level 2 pada Proses Utama Penyelesaian Soal Cerita sistem dapat dilihat pada gambar diagram berikut.

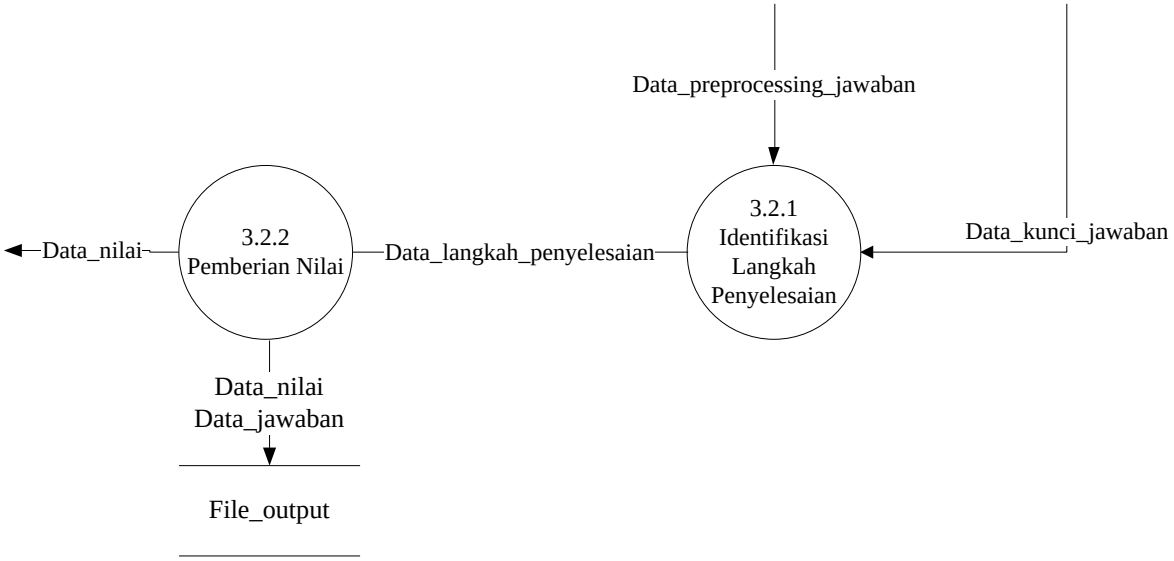



**Gambar 3.20 Gambar DFD *level 3* Proses Utama Penyelesaian Soal Cerita**

Pada proses ini data_*preprocessing*_soal akan diproses melalui tiga tahapan proses. Pada proses identifikasi pertanyaan, data_*preprocessing*_soal akan diolah menjadi data objek pertanyaan. Pada proses filtering kata kunci data_*preprocessing*_soal akan diolah menjadi data_kategori_pokok_bahasan. Pada proses identifikasi diketahui data_*preprocessing*_soal akan diolah menjadi data_variabel_diketahui. Ketiga data tersebut akan menjadi masukan pada proses penentuan rumus yang kemudian diolah kembali jadi data rumus. Data hasil proses identifikasi diketahui akan menjadi masukan ke proses penyesuaian besaran dan diolah menjadi data_penyesuaian_diketahui. Data rumus dan data penyesuaian diketahui akan menjadi masukan pada proses perhitungan yang akan menghasilkan data jawaban.

### 3.2.4.3.2.2 DFD Level 3 Proses Utama Penilaian Jawaban

Aliran data level 3 pada Proses Penilaian Jawaban sistem dapat dilihat pada gambar diagram berikut.




**Gambar 3.21 Gambar DFD *level* 3 Proses Utama Penilaian Jawaban**

Pada proses penilaian ini terdapat masukan berupa Data_*preprocessing*_jawaban dan Data_kunci_jawaban. yang merupakan input dari pengajar dan data kunci jawaban yang merupakan data teks hasil penyelesaian soal cerita oleh sistem. Kedua data ini digunakan untuk identifikasi langkah – langkah penyelesaian. Hasil dari proses identifikasi langkah penyelesaian adalah berupa data_langkah_penyelesaian yang menjadi dasar pemberian nilai jawaban.

### 3.2.3.4 Spesifikasi Proses

Spesifikasi proses digunakan untuk mendeskripsikan proses yang terjadi pada level yang paling dasar dalam DFD. Model ini berfungsi mendeksripsikan apa yang dilakukan ketika masukan ditransformasi menjadi keluaran. Daftar spesifikasi proses yang terdapat pada sistem ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.23 Tabel Spesifikasi Proses *Preprocessing* (*Tokenizing*) Soal Cerita**

| **No Urut** | **Proses** | **Keterangan** |
|---|---|---|
| **1** | No.Proses | 1.1 |
| | Nama Proses | *Preprocessing* (*Tokenizing*) Soal |
| | Sumber | Menginputkan Soal Cerita |
| | Masukan | Data_teks_soal |
| | Keluaran | Data_hasil_*preprocessing* |
| | Tujuan | Proses Utama Penyelesaian Soal Cerita |
| | Logika Proses | Sistem akan mengubah data_teks_soal menjadi token – token penyusunnya dengan cara mendeteksi setiap kata atau karakter khusus yang terdapat pada data_teks_soal yang dipisahkan oleh *white space.* Token – token tersebut disimpan ke dalam data_preprocessing _soal. |

**Tabel 3.24 Tabel Spesifikasi Proses Identifikasi Pertanyaan**

| **No Urut** | **Proses** | **Keterangan** |
|---|---|---|
| **2** | No.Proses | 1.2.1 |
| | Nama Proses | Identifikasi Pertanyaan |
| | Sumber | *Preprocessing* (*Tokenizing*) Soal |
| | Masukan | Data *_preprocessing_*soal |
| | Keluaran | Data_objek_pertanyaan |
| | Tujuan | Penentuan Rumus |
| | Logika Proses | Sistem melakukan identifikasi kata tanya dan perintah pada setiap token Data_hasil*_preprocessing* dan kemudian mengidentifikasi objek pertanyaan sesuai dengan atauran - aturan yang telah ditetapkan sebelumnya. Aturan – aturan ini disesuaikan dengan varian soal yang diimasukkan. |

**Tabel 3.25 Tabel Spesifikasi Proses Filtering Kata Kunci**

| **No Urut** | **Proses** | **Keterangan** |
|---|---|---|
| **3** | No.Proses | 1.2.2 |
| | Nama Proses | Identifikasi Kata Kunci |
| | Sumber | *Preprocessing* (*Tokenizing*) Soal |
| | Masukan | Data_hasil*_preprocessing* |
| | Keluaran | Data_kategori_pokok_bahasan |
| | Tujuan | Penentuan Rumus |

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| | Logika Proses | Sistem akan mencari setiap kemungkinan kata – kata kunci setiap pokok berdasarkan objek pertanyaan yang terdapat pada setiap token Data_hasil_case_folding. Kata – kata kunci yang ditemukan akan menjadi dasar |

**Tabel 3.26 Tabel Spesifikasi Proses Identifikasi Diketahui**

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| **4** | No.Proses | 1.2.3 |
| | Nama Proses | Identifikasi Diketahui |
| | Sumber | *Preprocessing* (*Tokenizing*) , Tabel Kata |
| | Masukan | Data_hasil_*preprocessing* |
| | Keluaran | Data_variabel_dan angka_diketahui |
| | Tujuan | Penentuan Rumus, Penyesuaian Besaran. |
| | Logika Proses | Pada proses ini sistem akan mencari token atau gabungan token yang menjadi indikasi besaran informasi. Setelah besaran informasinya didapatkan, kemudian sistem akan melakukan pengidentifikasian angka besaran berdasarkan aturan – aturan yang telah dibuat sebelumnya. Aturan – aturan ini disesuaikan dengan varian soal yang diimasukkan. |

**Tabel 3.27 Tabel Spesifikasi Proses Penentuan Rumus**

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| **5** | No.Proses | 1.2.4 |
| | Nama Proses | Penentuan Rumus |
| | Sumber | Identifikasi Pertanyaan, Identifikasi Kata Kunci dan Identifikasi Diketahui |
| | Masukan | Data_objek_pertanyaan,<br>Data_kategori_pokok_bahasan,<br>Data_variabel_diketahui |
| | Keluaran | Data_Rumus |
| | Tujuan | Perhitungan |
| | Logika Proses | Sistem menentukan Rumus berdasarkan Data_objek_pertanyaan,<br>Data_kategori_pokok_bahasan,<br>Data_variabel_diketahui |

**Tabel 3.28 Tabel Spesifikasi Proses Penyesuaian Besaran**

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| **6** | No.Proses | 2.2.5 |
| | Nama Proses | Penyesuaian Besaran |
| | Sumber | Identifikasi Diketahui |
| | Masukan | Data_variabel_diketahui |
| | Keluaran | Data_penyesuaian_besaran |
| | Tujuan | Perhitungan |

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| | Logika Proses | Sistem akan menyesuaikan besaran – besaran yang memiliki satuan tidak sesuai dengan Sistem Satuan Internasional. Sistem akan menyesuaikan satuannya berdasarkan aturan – aturan yang telah dibuat sebelumnya. Aturan – aturan ini disesuaikan dengan varian soal yang diimasukkan. |

**Tabel 3.29 Tabel Spesifikasi Proses Perhitungan**

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| **7** | No.Proses | 2.2.6 |
| | Nama Proses | Proses Perhitungan |
| | Sumber | Penentuan Rumus |
| | Masukan | Data_rumus, Data_penyesuaian_diketahui |
| | Keluaran | Data_kunci_jawaban, Info_kunci_jawaban |
| | Tujuan | *Tokenizing* Kunci Jawaban |
| | Logika Proses | Sistem akan menghitung variabel - variabel besaran yang diketahui berdasarkan penentuan rumus dan menampilkan info jawaban kepada pengajar dan kunci jawaban akan menjadi masukan pada proses *tokenizing* kunci jawaban |

**Tabel 3.30 Tabel Spesifikasi Proses *Tokenizing* Teks Jawaban**

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| **8** | No.Proses | 3.1 |
| | Nama Proses | *Preprocessing* (*Tokenizing*) Jawaban |
| | Sumber | Input Jawaban |
| | | |
| | Masukan | Data_teks_jawaban |
| | Keluaran | Data_*preprocessing*_jawaban |
| | Tujuan | Penilaian Jawaban |
| | Logika Proses | Sistem mengolah data_teks_jawaban dan memiisahkan data berdasarkan token penyusunnya. |

**Tabel 3.31 Tabel Spesifikasi Identifikasi Langkah Penyelesaian**

| No Urut | Proses | Keterangan |
|---|---|---|
| **9** | No.Proses | 3.2.1 |
| | Nama Proses | Identifikasi Langkah Penyelesaian |
| | Sumber | *Preprocessing* (*Tokenizing*) Jawaban |
| | Masukan | Data_kunci_jawaban, Data_*preprocessing*_jawaban |
| | Keluaran | Data_langkah_penyelesaian |
| | Tujuan | Pemberian Nilai |
| | Logika Proses | Sistem melakukan proses identifikasi langkah langkah penyelesaian berdasarkan Data_kunci_jawaban dan Data_*preprocessing*_jawaban agar menghasilkan Data_langkah_penyelesaian yang akan digunakan dalam proses Pemberian Nilai |

**Tabel 3.32 Tabel Spesifikasi Pemberian Nilai**

| **No Urut** | **Proses** | **Keterangan** |
|---|---|---|
| **10** | No.Proses | 3.2.2 |
| | Nama Proses | Pemberian Nilai |
| | Sumber | Identifikasi Langkah Penyelesaian |
| | Masukan | Data_langkah_penyelesaian |
| | Keluaran | Info Nilai |
| | Tujuan | Pengajar Fisika |
| | Logika Proses | Data_langkah_penyelesaian menjadi dasar acuan pemberian nilai. Hasil proses ini berupa nilai jawaban yang dimasukkan oleh pengajar fisika. |

**Tabel 3.33 Tabel Spesifikasi Kelola Kata**

| **No Urut** | **Proses** | **Keterangan** |
|---|---|---|
| **11** | No.Proses | 6 |
| | Nama Proses | Kelola Kata |
| | Sumber | Pengajar , Tabel Kata |
| | Masukan | Data_Kata |
| | Keluaran | Info Kata , Data_Kata |
| | Tujuan | Pengajar Fisika , Tabel Kata |
| | Logika Proses | Data_kata masukan dari pengajar dikelola pada proses ini sebagai masukan tabel kata yang terdapat pada basis data sistem. Pengelolaan meliputi lihat kata , tambah kata, hapus kata dan ubah kata. |

### 3.2.3.5 Kamus Data

Setiap data yang diproses pada sistem ini merupakan jenis data yang tidak terstruktur berupa teks *string* yang dimasukkan oleh pengajar fisika yang akan diolah setiap proses nya menjadi data – data lainnya.

**Tabel 3.34 Tabel Kamus Data_Teks_Soal**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_teks_soal |
| **Penggunaan** | *Preprocessing* (*Tokenizing*) Soal |
| **Deskripsi** | Data berupa *string* yang akan diolah pada proses *preprocessing* |

**Tabel 3.35 Tabel Kamus Data_ preprocessing_soal**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_ preprocessing_soal |
| **Penggunaan** | Penyelesaian Soal Cerita |
| **Deskripsi** | Data ini berupa *array* kata hasil pemisahan *string* data_teks_soal berdasarkan kata – kata penyusunnya |

**Tabel 3.36 Tabel Kamus Data_Objek_Pertanyaan**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_objek_pertanyaan |
| **Penggunaan** | Proses Penentuan Rumus |
| **Deskripsi** | Data ini variabel pertanyaan yang akan di proses pada proses penentuan rumus |

**Tabel 3.37 Tabel Kamus Data_Kategori_Pokok_bahasan**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_kategori_pokok_bahasan |
| **Penggunaan** | Proses Penentuan Rumus |
| **Deskripsi** | Data ini variabel kategori pokok bahasan yang menjadi salah satu dasar penentuan rumus |

**Tabel 3.38 Tabel Kamus Data_variabel_diketahui**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_variabel_diketahui |
| **Penggunaan** | Penentuan Rumus, Penyesuaian Besaran |
| **Deskripsi** | Data ini berupa variabel yang diketahui. |

**Tabel 3.39 Tabel Kamus Data_ Penyesuaian_Diketahui**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_Penyesuaian_Diketahui |
| **Penggunaan** | Perhitungan |
| **Deskripsi** | Data ini berupa variabel, angka dan satuan besaran yang diketahui yang telah disesuaikan menurut satuan |

**Tabel 3.40 Tabel Kamus Data_ Rumus**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_rumus |
| **Penggunaan** | Proses Perhitungan |
| **Deskripsi** | Data ini berupa rumus yang telah ditentukan terlebih dahulu melalui aturan – aturan yang didasari data_objek_pertanyaan, |

**Tabel 3.41 Tabel Kamus Data_Teks_Jawaban**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_teks_jawaban |
| **Penggunaan** | *Preprocessing* (*Tokenizing*) Jawaban |
| **Deskripsi** | Data ini berupa *string* Teks Jawaban hasil masukan dari pengajar |

**Tabel 3.42 Tabel Kamus Data_ Kunci_Jawaban**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_kunci_Jawaban |
| **Penggunaan** | Proses *Tokenizing* Kunci Jawaban |
| **Deskripsi** | Data ini berupa *string* Kunci Jawaban hasil pengolahan sistem |

**Tabel 3.43 Tabel Kamus Data_*Tokenizing*_Kunci_Jawaban**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_*Tokenizing*_Kunci_Jawaban |
| **Penggunaan** | Proses Perbandingan Kunci Jawaban dan Teks Jawaban |
| **Deskripsi** | Data ini berupa *array* kata –kata penyusun Data Kunci jawaban |

**Tabel 3.44 Tabel Kamus Data_*Tokenizing*_Teks_Jawaban**

| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_*Tokenizing*_Teks_Jawaban |
| **Penggunaan** | Proses Perbandingan Kunci Jawaban dan Teks Jawaban |
| **Deskripsi** | Data ini berupa *array* kata –kata penyusun Data Teks jawaban |

**Tabel 3.45 Tabel Kamus Data_Kata**

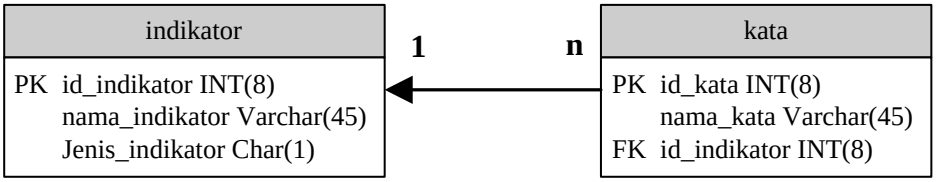
| | |
|---|---|
| **Nama** | Data_Kata |
| **Penggunaan** | Proses Kelola Kata dan Proses Penyelesaian Soal Cerita |
| **Deskripsi** | Data ini berupa *array* kata –kata indikator yang digunakan dalam proses penyelesaian soal cerita |

## 3.3 Perancangan Sistem

Perancangan merupakan penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi.

### 3.3.1 Perancangan Basis Data

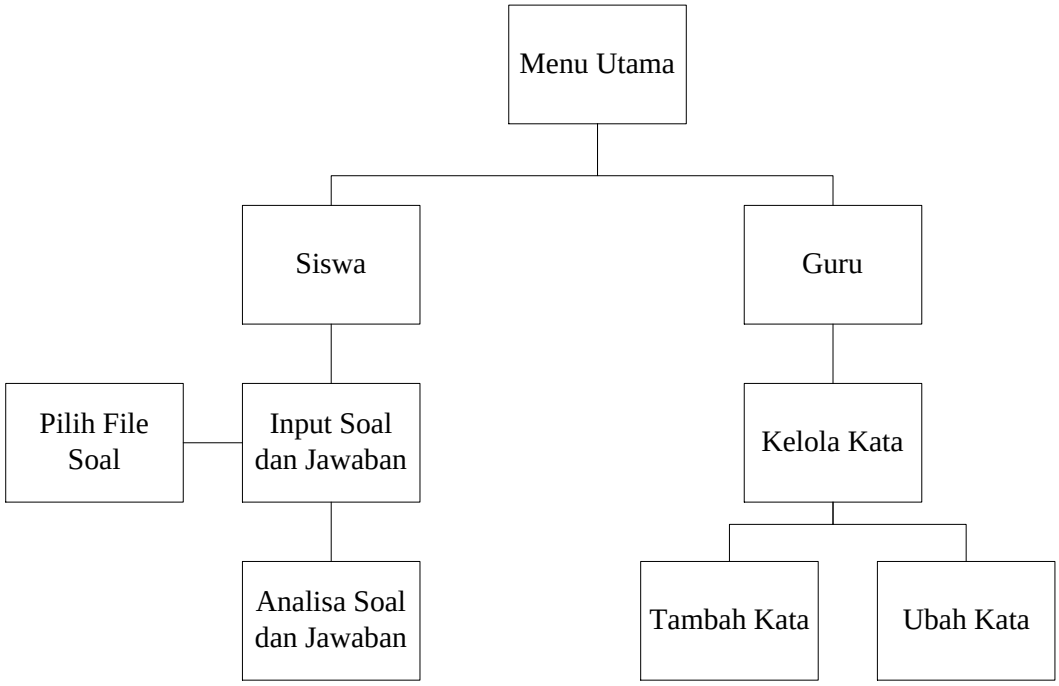
Struktur logika dari suatu database dapat digambarkan kedalam sebuah grafik dengan menggunakan diagram relasi entitas (ERD). Diagaram relasi entitas ini dibutuhkan untuk merancang file basisdata yang akan digunakan pada proses penyelesaian soal cerita. Penggunaan basis data hanya untuk menyimpan jenis indikator dan kata – kata yang menjadi indikator besaran dan kata kunci pokok bahasan. ERD basis data dapat dilihat pada gambar berikut.




**Gambar 3.22 Gambar ERD Sistem**

### 3.3.2 Perancangan Struktur Menu

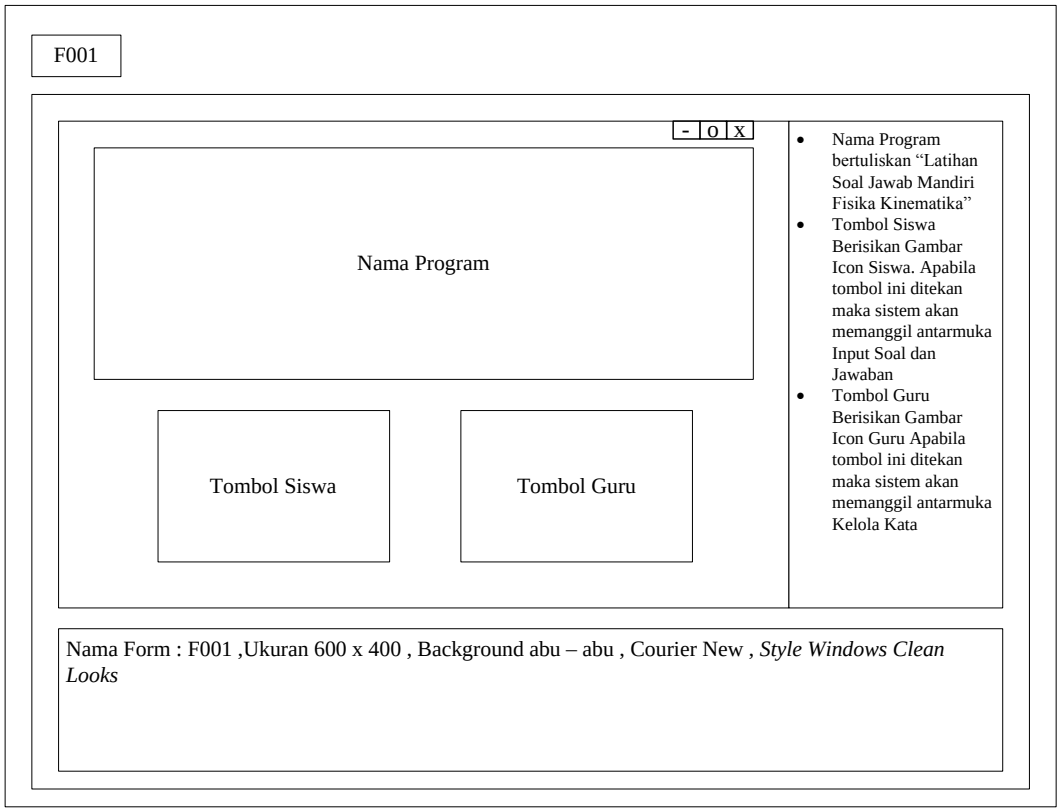
Dalam pembangunan aplikasi diperlukan sebuah struktur menu untuk menunjukan keterkaitan dan tingkatan antara menu utama dengan sub menunya, sehingga pengguna tidak mengalami kesulitan dalam memilih menu-menu yang diinginkan. Perancangan struktur menu aplikasi ini dapat dilihat pada gambar 3.23




**Gambar 3.23 Gambar Perancangan Struktur Menu**

### 3.3.3 Perancangan Antarmuka

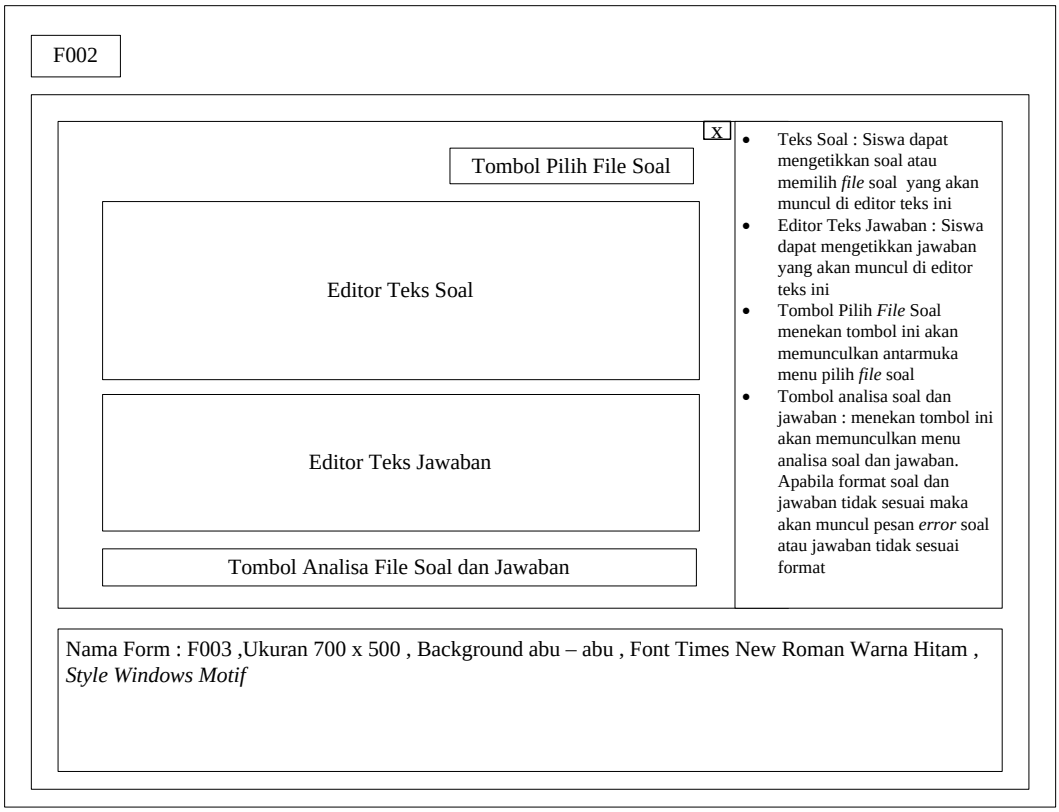
Perancangan antarmuka merupakan salah satu bagian penting dalam perancangan sistem karena nantinya antarmuka tersebut akan menjadi fasilitas yang menjembatani interaksi manusia dengan sistem.




**Gambar 3.24 Gambar Perancangan Antarmuka Menu Utama**

Gambar 3.24 merupakan perencanaan antarmuka yang tampil ketika program dijalankan. Penjelasan antarmuka ini adalah sebagai berikut.

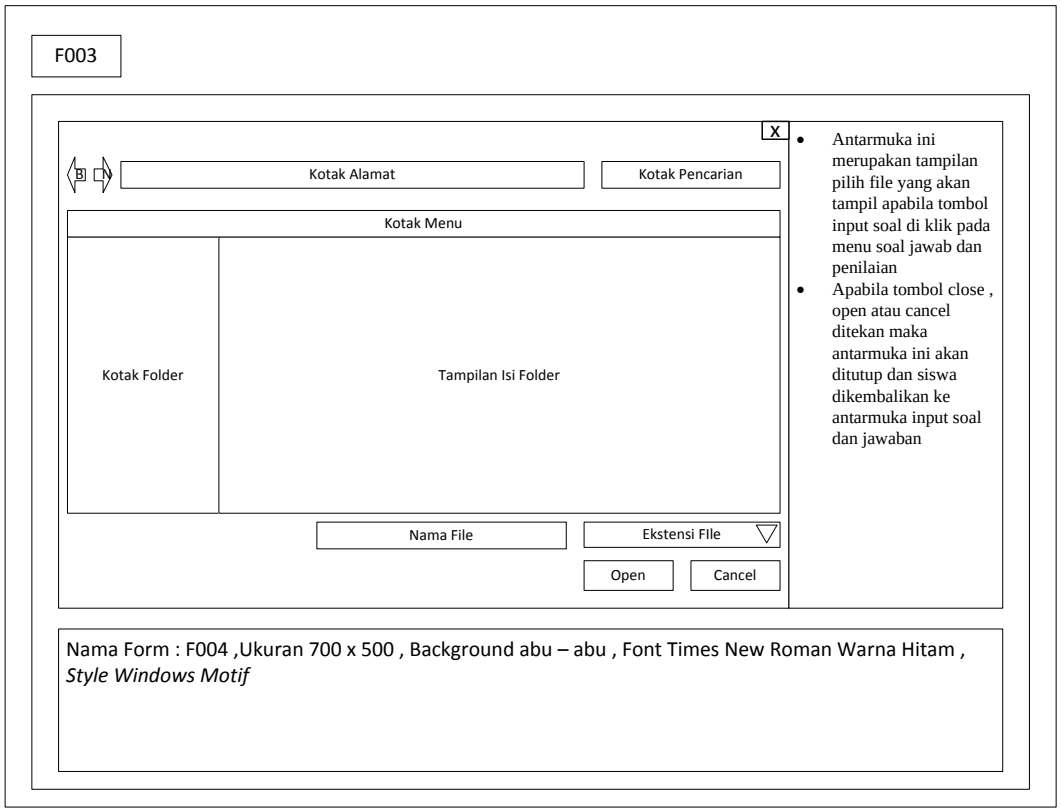
1. Pada bagian tengah program bertuliskan “ Latihan Soal Cerita Mandiri Fisika Kinematika “
2. Klik tombol Siswa akan menampilkan jendela baru Input Soal dan Jawaban
3. Klik tombol Guru akan menampilkan jendela baru Kelola Kata
4. Klik tombol Close [x] untuk menutup program, Maximize[□] untuk menjadikan program *full screen*, dan tombol [ _ ] untuk menyembunyikan program




**Gambar 3.25 Gambar Perancangan Antarmuka Input Soal dan Jawaban**

Gambar 3.25 merupakan perencanaan antarmuka yang tampil ketika tombol Siswa pada menu utama di-klik. Penjelasan antarmuka ini adalah sebagai berikut.

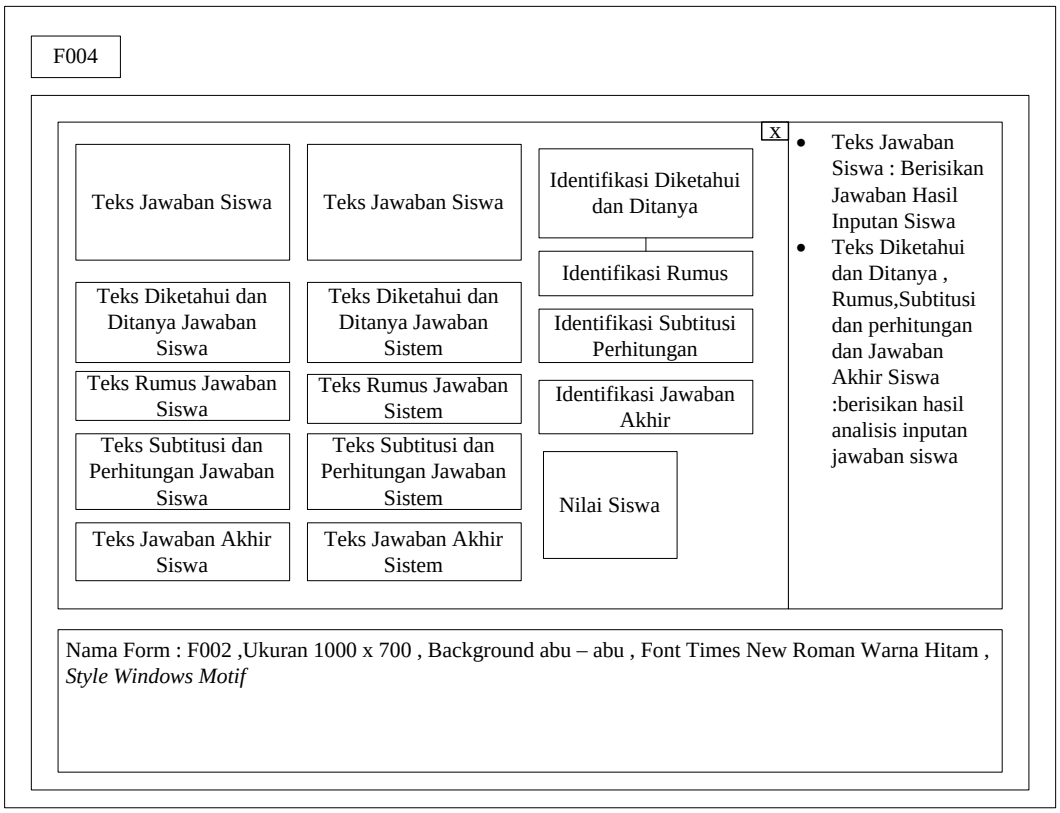
1. Editor Teks Soal : Siswa dapat mengetikkan soal atau memilih file soal yang akan muncul di editor teks ini
2. Editor Teks Jawaban : Siswa dapat mengetikkan jawaban yang akan muncul di editor teks ini
3. Tombol Pilih File Soal menekan tombol ini akan memunculkan menu pilih file soal
4. Tombol analisa soal dan jawaban : menekan tombol ini akan memunculkan menu analisa soal dan jawaban




**Gambar 3.26 Gambar Perancangan Antarmuka Pilih *File* Soal**

Gambar 3.26 merupakan perencanaan antarmuka yang tampil ketika tombol input soal atau input jawaban pada menu soal jawab dan penilaian di-klik. Penjelasan antarmuka ini adalah sebagai berikut.

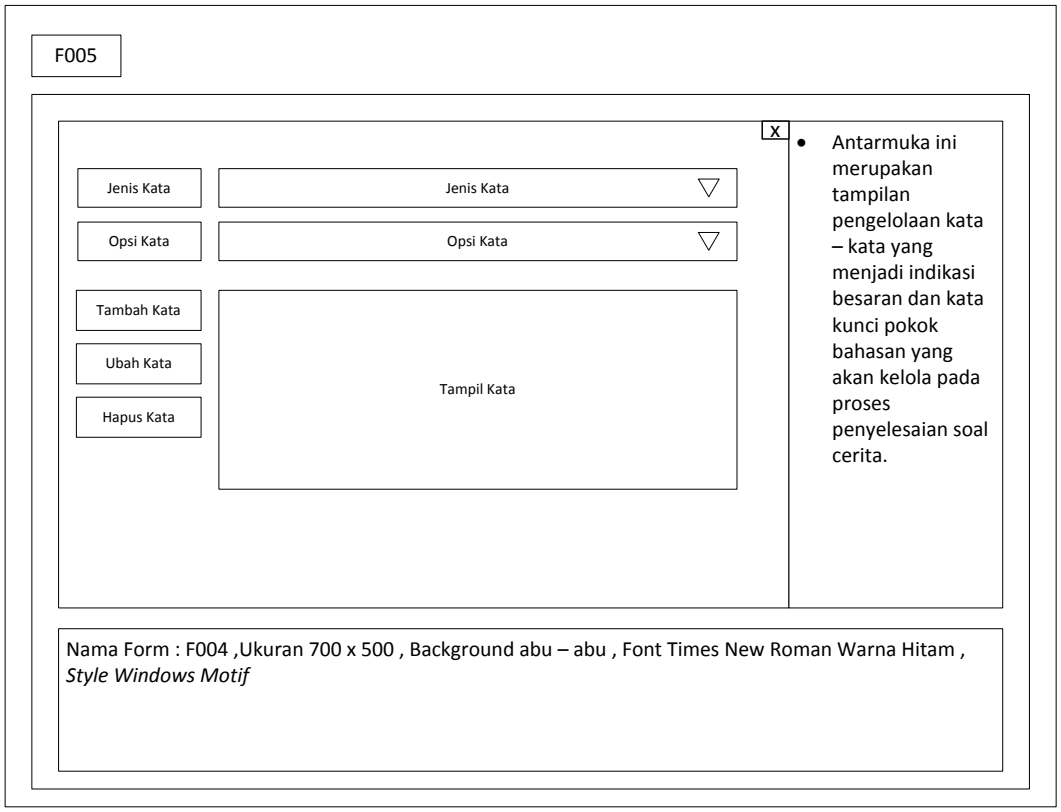
1. Kotak alamat berisikan isian alamat *folder file* pada perangkat komputer yang digunakan untuk menjalankan program
2. Kotak pencarian berisikan isian kata kunci pencarian *file* pada perangkat komputer yang digunakan untuk menjalankan program
3. Kotak *folder* berisikan partisi dan *folder* pada perangkat komputer yang digunakan untuk menjalankan program
4. Kotak tampilan isi *folder* berisikan *file* yang akan dipilih sebagai masukan program sesuai dengan ektensi yang dipilih
5. Kotak nama *file* berisikan nama *file* yang dipilih
6. *Dropdown* ekstensi *file* memilih ekstensi *file* sebagai input program
7. Tombol open untuk membuka *file* pilihan input program.
8. Tombol cancel untuk membatalkan dan menutup jendela pilih *file*




**Gambar 3.27 Gambar Perancangan Antarmuka Analisa Soal dan Jawaban**

Gambar 3.27 merupakan perencanaan antarmuka yang tampil ketika tombol Soal Analisa dan Jawab pada input soal dan jawaban di-klik . Penjelasan antarmuka ini adalah sebagai berikut.

1. Teks Jawaban Siswa berisikan Jawaban Hasil Inputan Siswa
2. Teks Diketahui dan Ditanya, Rumus, Subtitusi dan perhitungan dan Jawaban Akhir Siswa :berisikan hasil analisis inputan jawaban siswa
3. Teks Diketahui dan Ditanya, Rumus, Subtitusi dan perhitungan dan Jawaban Akhir Sistem berisikan hasil analisis soal sistem
4. Identifikasi Diketahui dan ditanya, identifikasi rumus, identifikasi subtitusi dan perhitungan, dan identifikasi jawaban akhir berisikan hasil analisis perbandingan jawaban siswa dan sistem
5. Nilai berisikan nilai akhir jawaban siswa

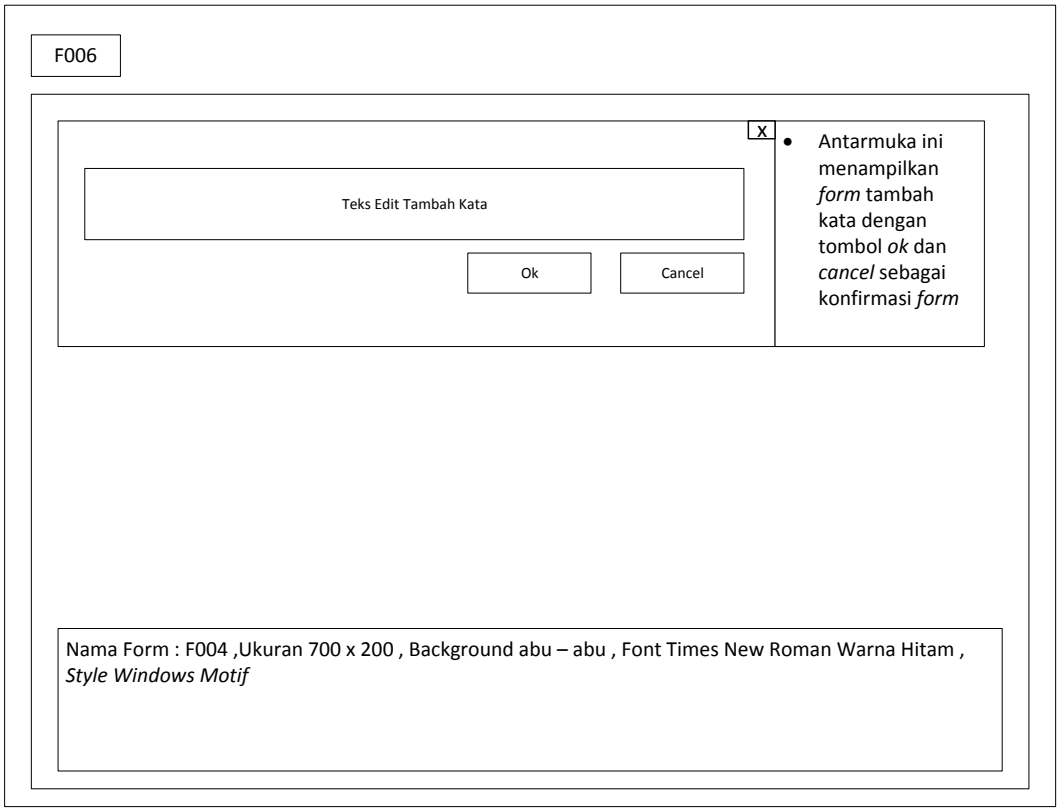



**Gambar 3.28 Gambar Perancangan Antarmuka Kelola Kata**

Gambar 3.28 merupakan perencanaan antarmuka yang tampil ketika tombol kelola kata pada menu utama di-klik. Penjelasan antarmuka ini adalah sebagai berikut.

1. *Dropdown* jenis kataberisikan jenis yang menjadi indikator yaitu variabel atau pokok bahasan
2. *Dropdown* Opsi kata berisikan opsi dari jenis kata yang dipilih pada *dropdown* jenis kata.
3. Tampil kata berisikan kata – kata yang menjadi indikator dari opsi kata yang dapat dipilih
4. Tombol Tambah Kata jika di-klik akan memunculkan jendela baru form tambah kata
5. Tombol Ubah Kata jika di-klik berdasarkan pilihan tampil kata akan memunculkan jendela pesan konfirmasi ubah kata

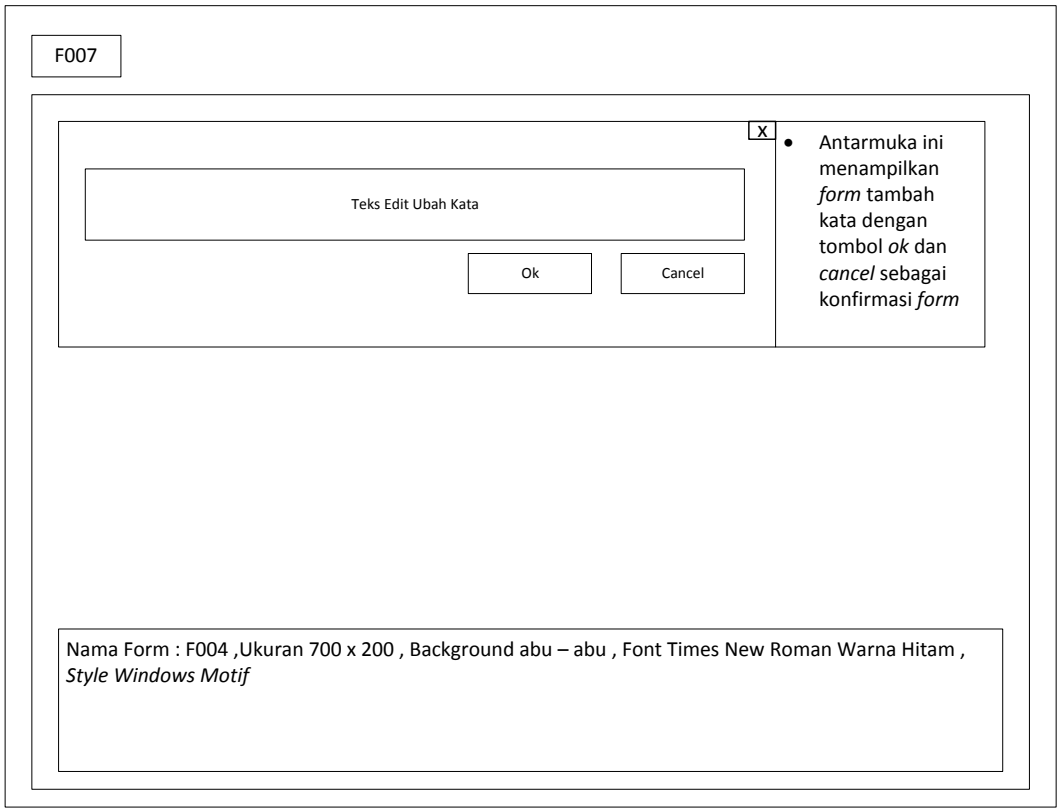
6. Tombol Hapus Kata jika di-klik berdasarkan pilihan tampil kata akan memunculkan jendela pesan konfirmasi hapus kata




**Gambar 3.29 Gambar Perancangan Antarmuka Tambah Kata**

Gambar 3.29 merupakan perencanaan antarmuka yang tampil ketika tombol tambah kata pada antarmuka kelola kata. Penjelasan antarmuka ini adalah sebagai berikut

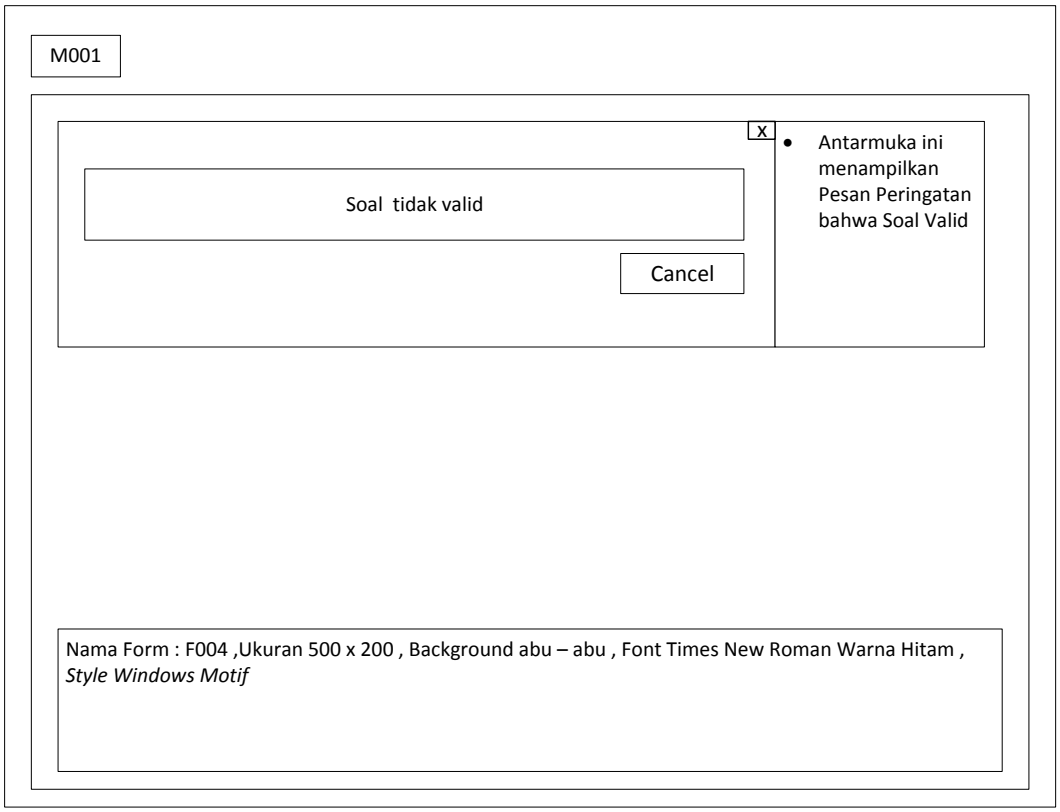
1. Teks *edit* tambah kata merupakan isian kata – kata yang akan dimasukkan oleh pengajar
2. Tombol *OK* untuk mengkonfirmasi penambahan kata
3. Tombol *Cancel* untuk menggagalkan penambahan kata dan menutup jendela antarmuka tambah kata.




**Gambar 3.30 Gambar Perancangan Antarmuka Ubah Kata**

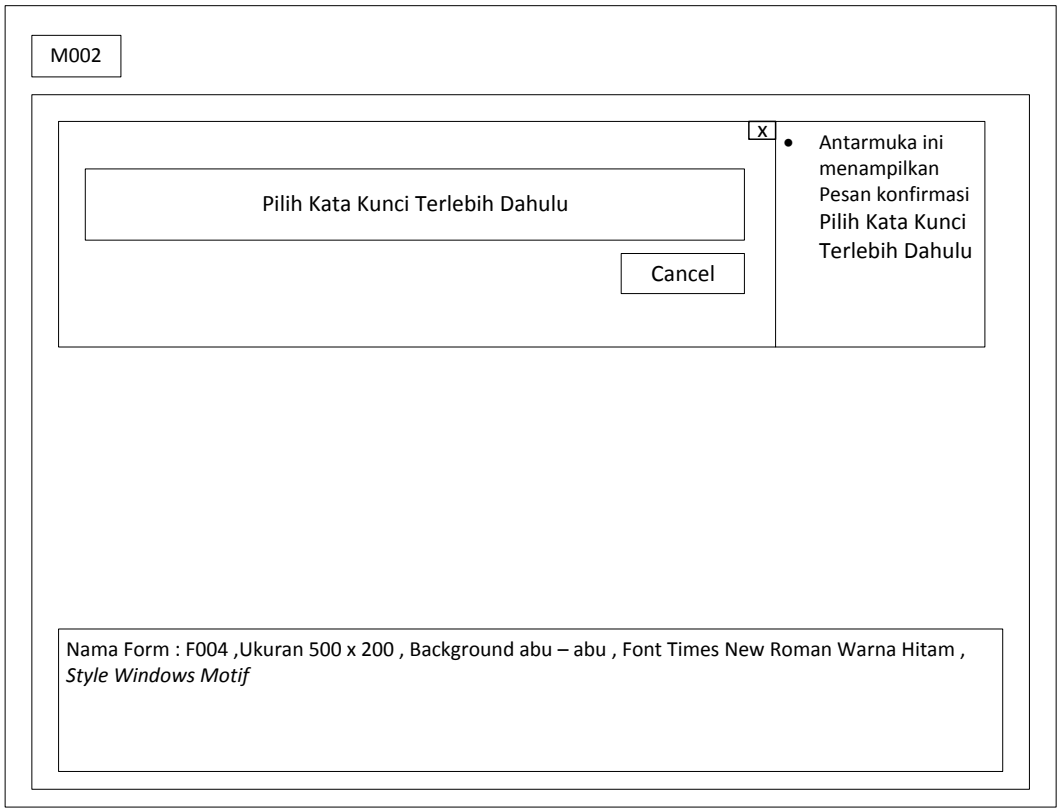
Gambar 3.30 merupakan perencanaan antarmuka yang tampil ketika tombol tambah kata pada antarmuka kelola kata. Penjelasan antarmuka ini adalah sebagai berikut

1. Teks *edit* tambah kata merupakan isian kata – kata yang akan dimasukkan oleh pengajar
2. Tombol *OK* untuk mengkonfirmasi penambahan kata
3. Tombol *Cancel* untuk menggagalkan penambahan kata dan menutup jendela antarmuka tambah kata.



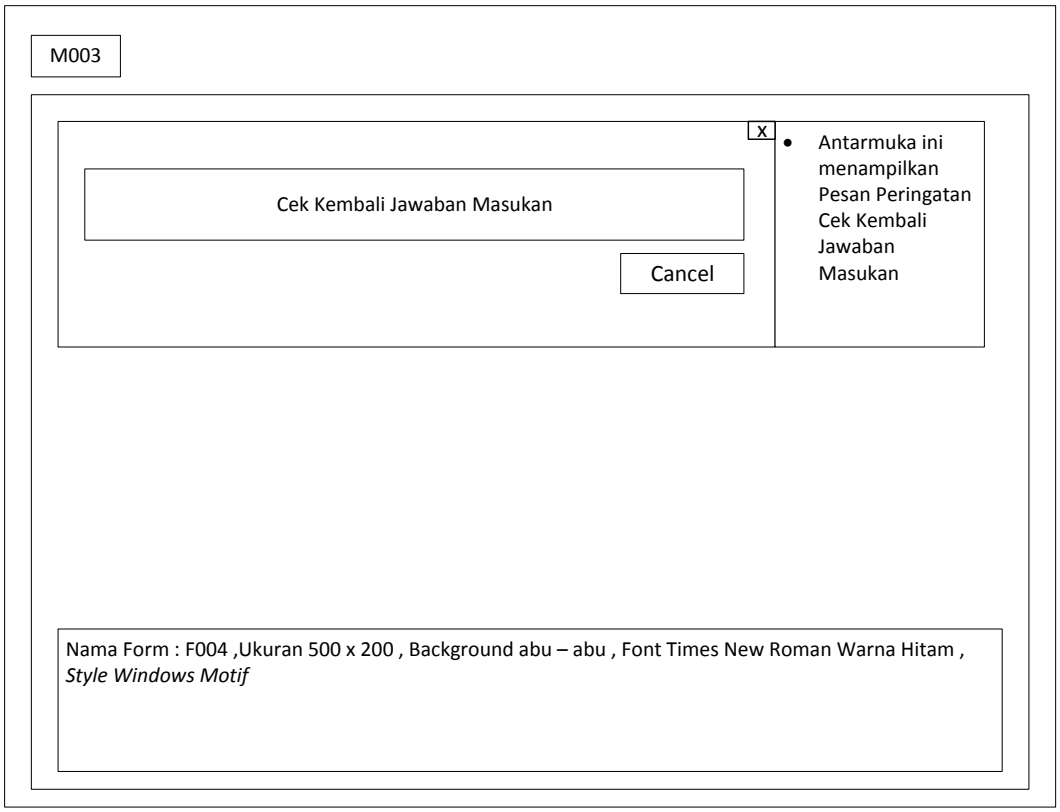

**Gambar 3.31 Gambar Perancangan Pesan Soal Tidak Valid**

Gambar 3.31 merupakan perencanaan pesan yang tampil ketika soal tidak dikenali dan tombol analisa soal dan jawaban pada antarmuka input soal dan jawaban di-klik.



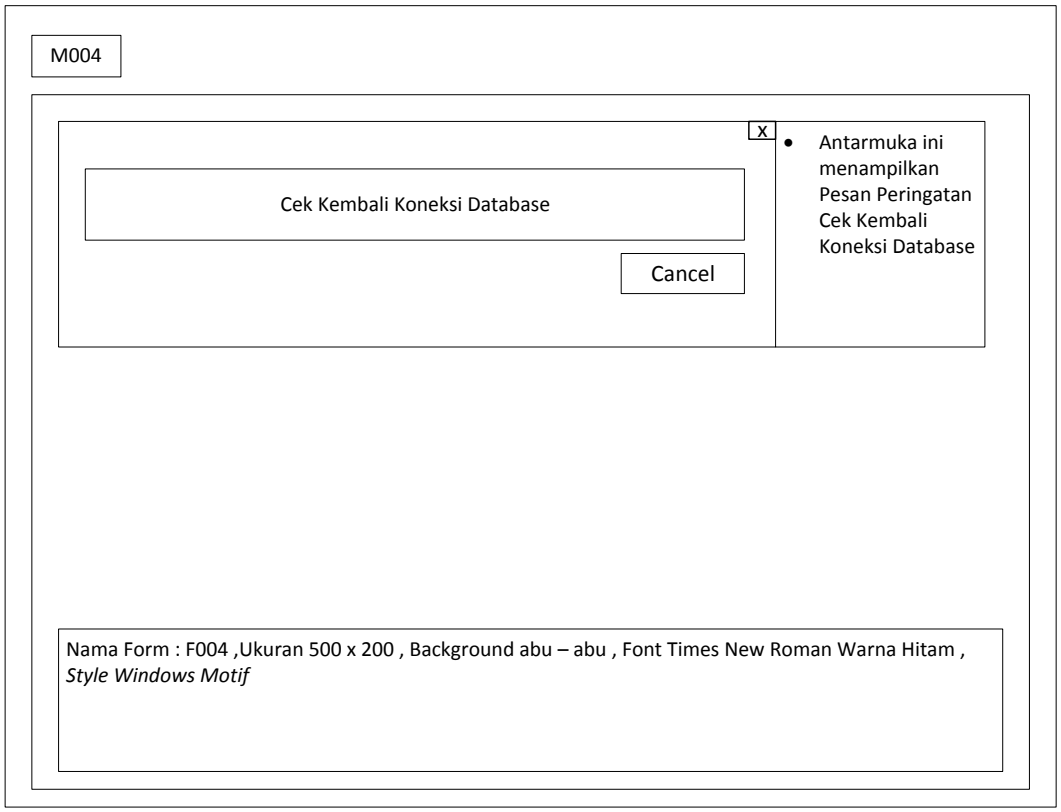

**Gambar 3.32 Gambar Perancangan Pesan Pilih Kata Kunci**

Gambar 3.32 merupakan perencanaan pesan yang tampil ketika tombol tambah dan ubah kata pada antarmuka kelola kata di-klik tanpa memilih salah satu pilihan yang terdapat pada pilihan tampil kata.




**Gambar 3.33 Gambar Perancangan Pesan Cek Kembali Jawaban Masukan**

Gambar 3.31 merupakan perencanaan pesan yang tampil ketika jawaban tidak dikenali dan tombol analisa soal dan jawaban pada antarmuka input soal dan jawaban di-klik.

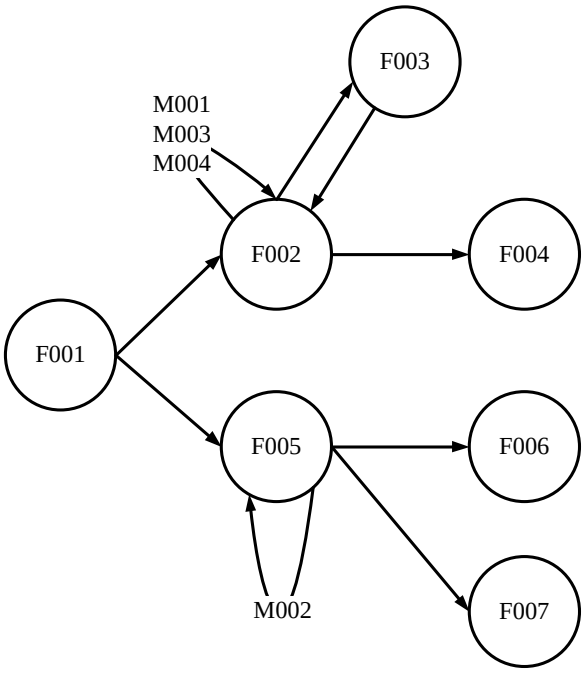



**Gambar 3.34 Gambar Perancangan Pesan Cek Kembali Koneksi Database**

Gambar 3.31 merupakan perencanaan pesan yang tampil ketika basis data tidak terhubung dan tombol analisa soal dan jawaban pada antarmuka input soal dan jawaban di-klik.

### 3.3.4 Jaringan Semantik Sistem

Jaringan semantik merupakan gambaran grafis yang menunjukan antarobyek (lingkaran) dan garis yang menggambarkan formasi antar obyek tersebut.Adapun jaringan semantik dari aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.35.




**Gambar 3.35 Gambar Jaringan Semantik Sistem**

Adapun keterangannya adalah sebagai berikut.

1. F001 : merupakan antarmuka untuk tampilan menu utama.
2. F002 : merupakan antarmuka untuk tampilan input soal dan jawaban siswa.
3. F003 : merupakan antarmuka untuk tampilan pilih soal.
4. F004 : merupakan antarmuka untuk tampilan analisa soal dan Jawaban.
5. F005 : merupakan antarmuka untuk tampilan kelola kata.
6. F006 : merupakan antarmuka untuk tampilan tambah kata.
7. F007 : merupakan antarmuka untuk tampilan ubah kata.
8. M001 : merupakan pesan peringantan soal atau jawaban salah.
9. M002 : merupakan pesan peringantan pilih kata kunci.

### 3.3.5 Perancangan Rencana Pengujian

Pada penelitian ini pengujian akan dilakukan dengan dua metode yaitu pengujian fungsionalistas sistem yaitu dengan menggunakan pengujian *black box* dan pengujian akurasi sistem dengan menggunakan pendekatan *precision, recall* dan *f – measure* sistem.

#### 3.3.5.1 Perancangan Rencana Pengujian *Black Box*

Rencana pengujian yang akan dilakukan terhadap sistem, merupakan perancangan pengujian terhadap fungsi-fungsi yang ada di dalam aplikasi, apakah fungsional dari aplikasi berfungsi sesuai yang diharapkan atau tidak. Rencana pengujian dari aplikasi dapat dilihat pada tabel 3.50. Rencana pengujian ini nantinya akan diterapkan pada saat pengujian sistem.

**Tabel 3.46 Perancangan Pengujian Sistem**

| No | Komponen Pengujian | Skenario Pengujian | Jenis Pengujian |
|---|---|---|---|
| 1 | Penanganan Soal Cerita | *Preprocessing* Soal Cerita | *Black Box* |
| | | Identifikasi Pertanyaan | |
| | | Identifikasi Kata Kunci | |
| | | Identifikasi Diketahui | |
| | | Penentuan Rumus | |
| | | Penyesuaian Satuan Besaran | |
| | | Perhitungan | |
| 2 | Evaluasi Jawaban | *Preprocessing* Soal Cerita | *Black Box* |
| | | Identifikasi Langkah Penyelesaian | |
| | | Pemberian Nilai | |
| 3 | Kelola Kata | Lihat Kata | *Black Box* |
| | | Tambah Kata | |
| | | Hapus Kata | |
| | | Ubah Kata | |

### 3.3.5.2 Perancangan Rencana Pengujian Akurasi

Selain pengujian fungsionalitas sistem, pengujian akurasi juga akan dilakukan pada saat pengujian sistem. Pengujian akurasi yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara mengukur tingkat akurasi sistem dalam menampilkan kunci jawaban berdasarkan inputan soal dengan benar. Kunci jawaban hasil output sistem kemudian akan dibandingkan dengan kunci jawaban sebenarnya yang terlebih dahulu telah didapatkan dari penyelesaian soal secara manual.

Pengujian akurasi ini nantinya menggunakan metode *precision*, *recall* dan *F – Measure*. Untuk menggabungkan nilai – nilai metode *precision*, *recall* dan *F – Measure* dari sekumpulan dataset yang digunakan dalam pengujian ini ke dalam sebuah nilai tunggal, digunakan *microaverage* dan *macroaverage*. Pada *microaverage* semua *correct*, *falsePositive* dan *falseNegative* untuk setiap dataset dijumlahkan kemudian *precision*, *recall* dan *F – Measure* dihitung berdasarkan penjumlahan tersebut. Pada *macroaverage*, nilai *F – Measure* dihitung dengan merata – rata nilai *F – Measure* setiap baris dataset.

Parameter nilai yang digunakan pada pengujian ini adalah dengan membandingkan output sistem dengan output yang diharapkan. Tedapat tiga parameter perbandingan pada pengujian ini yaitu output diketahui, output ditanya dan output jawab. Hal ini karena kunci jawaban yang dihasilkan sistem adalah berupa parameter diketahui, ditanya dan jawab. Sebuah data dikatakan correct adalah apabila output sistem sesuai dengan output yang diharapkan ditulis dengan nilai [1] . FalsePositive adalah apabila sistem mengeluarkan output tetapi tidak sesuai dengan output yang diharapkan ditulis dengan nilai [-1]. FalseNegative adalah apabila sistem tidak mengeluarkan output apapun ditulis dengan nilai [0]. Setiap nilai yang didapatkan dari perbandingan output direpresentasikan melalui nilai diatas dimana nilai tersebut merupakan hasil perbandingan output diketahui, ,perbandingan output ditanya dan perbandingan output jawab.

Contoh pengujian akurasi sistem dapat dilihat pada perhitungan berikut.

**Tabel 3.47 Tabel Contoh Perbandingan Input Output Sistem**

| No | Input Sistem | Output yang Diharapkan | Output Sistem |
|---|---|---|---|
| 1 | Sebuah benda bergerak lurus horizontal dengan kecepatan awal 20 m/s. Benda berhenti setelah menempuh jarak 40 meter . Berapakah waktu yang dibutuhkan sampai berhenti? | Diketahui<br>Kecepatan Awal v0 = 20m/s<br>Jarak s = 40 meter<br>Ditanya<br>Waktu t = ?<br>Jawab<br>t = s / v0<br>t = 40 meter / 20 m/s<br>t = 2.0 sekon | Diketahui<br>Jarak s = 40 meter<br>Kecepatan Awal v0 = 20m/s<br>Ditanya<br>Waktu t = ?<br>Jawab<br>t = s / v0<br>t = 40 meter / 20 m/s<br>t = 2.0 sekon |
| 2 | Hitunglah kecepatan rata - rata sebuah mobil remote control yang melaju pada lintasan sejauh 810 meter selama 30 detik! | Diketahui<br>Jarak s = 810 meter<br>Waktu t = 30 detik<br>Ditanya<br>Kecepatan rata - rata<br>Jawab<br>v = s / t<br>v = 810 / 30<br>v = 27 m/s | Diketahui<br>Jarak s = 40 meter<br>Ditanya<br>kecepatan rata - rata v = ?<br>Jawab |

| No | Input Sistem | Output yang Diharapkan | Output Sistem |
|---|---|---|---|
| 3 | Sebuah mobil dengan kecepatan awal dan kecepatan akhir adalah 20 m/s dan 30 m/s. Hitunglah kecepatan rata - rata mobil tersebut! | Diketahui<br>Kecepatan awal v0 = 20 m/s<br>Kecepatan akhir vt = 30 m/s<br>Ditanya Kecepatan rata – rata v = ?<br>Jawab<br>v = (v0 + vt) / 2<br>v = (20 m/s + 30m/s) / 2<br>v = 25 m/s | Diketahui<br>Kecepatan awal v0 = 30 m/s<br>Kecepatan akhir vt = 20 m/s<br>Ditanya Kecepatan rata – rata v = ?<br>Jawab<br>v = (v0 + vt) / 2<br>v = (30 m/s + 20 m/s) / 2<br>v = 25 m/s |

Dapat dilihat pada tabel 3.51 output sistem dan output yang diharapkan pada soal nomor 1 adalah sama maka penulisan nilai datasetnya pun diketahui (1), ditanya (1), jawab (1). Pada soal nomor 2 output sistem dan output yang diharapkan berbeda dimana output diketahui sistem tidak sesuai dengan output yang diharapkan dan sistem output jawaban sama sekali. Penulisan nilainya datasetnya adalah diketahui (-1), ditanya (1), jawab (0). Pada soal nomer 3 output diketahui dan jawabn sistem tidak sesuai dengan output yang diharapkan. Penulisan dataset soal nomer 3 adalah diketahui (-1), ditanya (1), jawab (-1). Contoh nilai *precision*, *recall* dan *F – Measure* dari tabel 3.50 adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.48 Tabel Contoh Nilai *Precision, Recall* Dan *F – Measure* Diketahui**

| No | Solusi Yang Diharapkan | Solusi Sistem | Correct | False Positive | False Negative | Precision | Recall | F-Measure |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | (1) | (1) | 1 | 0 | 0 | 1/1 | 1/1 | 1 |
| 2 | (1) | (-1) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | (1) | (-1) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

**Tabel 3.49 Tabel Contoh Nilai *Precision, Recall* Dan *F – Measure* Ditanya**

| No | Solusi Yang Diharapkan | Solusi Sistem | Correct | False Positive | False Negative | Precision | Recall | F-Measure |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | [1 1 1] | [1 1 1] | 3 | 0 | 0 | 3/3 | 3/3 | 1 |
| 2 | [1 1 1] | [-1 1 0] | 1 | 1 | 1 | 1/2 | 1/2 | 1/2 |
| 3 | [1 1 1] | [-1 1-1] | 1 | 2 | 0 | 1/3 | 0 | 0 |

**Tabel 3.50 Tabel Contoh Nilai *Precision, Recall* Dan *F – Measure* Jawab**

| No | Solusi Yang Diharapkan | Solusi Sistem | Correct | False Positive | False Negative | Precision | Recall | F-Measure |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | [1 1 1] | [1 1 1] | 3 | 0 | 0 | 3/3 | 3/3 | 1 |
| 2 | [1 1 1] | [-1 1 0] | 1 | 1 | 1 | 1/2 | 1/2 | 1/2 |
| 3 | [1 1 1] | [-1 1-1] | 1 | 2 | 0 | 1/3 | 0 | 0 |

Perhitungan *F – Measure microaverage* sistem adalah total nilai correct adalah 5, total nilai falsePostive adalah 3, total nilai false negative adalah 1. *Precision micro* adalah 5/8, *recall micro* 5/6, *f – measure* 25/35 yaitu 71 %. Untuk perhitungan *F – Measure macroaverage* adalah rata – rata *F – Measure* dari setiap iterasi yaitu:

F – Measure macroaverage $= \sum_{i=0}^{n=3} F - Measure$ x 100%

$= \frac{1+\frac{1}{2}+0}{3}$ x 100%

$= \frac{1}{2}$ x 100 %

= 50 %