

BAB IV

PERANCANGAN SISTEM

Sesuai dengan judul skripsi mengenai: Aplikasi Pengendali Suhu Ruangan dengan Kontroler Logika Fuzzy berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA-328, perancangan sistem secara keseluruhan seperti apa yang telah dibahas dalam bab 3 tentang metodologi, perancangan secara keseluruhan terdiri dari beberapa bagian:

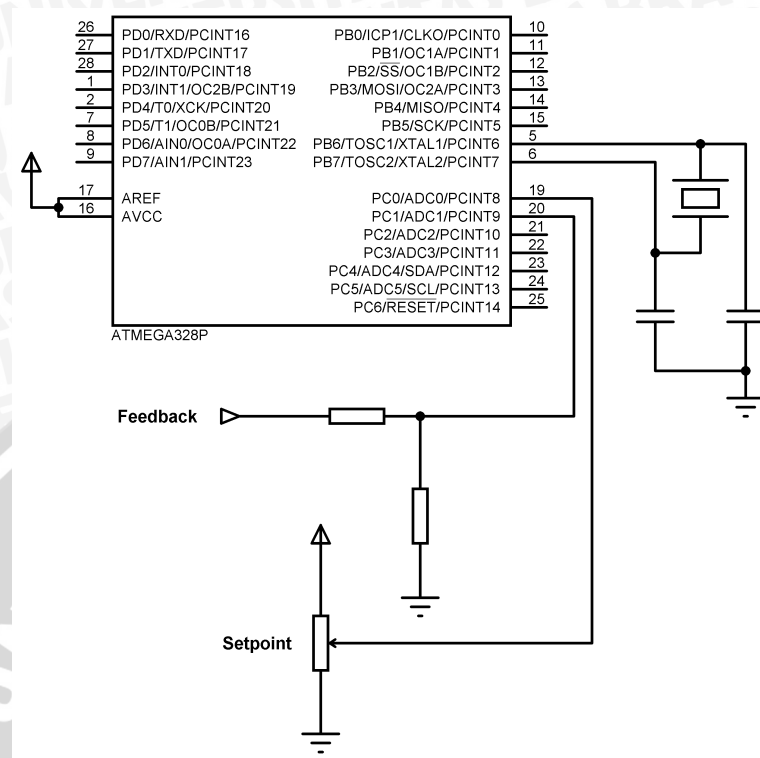
1. Sistem Mikrokontroler ATMEGA-328
2. *Driver* PWM
3. Fungsi Keanggotaan
4. *Rule Base*
5. Perangkat Lunak

4.1. Sistem Mikrokontroler ATMEGA-328

Kontroler Logika *Fuzzy* yang dirancang menggunakan mikrokontroler ATMEGA-328 dengan algoritma logika *fuzzy* dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Kontroler logika *fuzzy* yang dirancang memanfaatkan 2 buah kanal ADC 10bit internal berfungsi untuk membaca *setpoint* dari operator dan umpan balik dari keluaran *plant*.

Adapun rangkaian lengkap kontroler logika fuzzy menggunakan mikrokontroler ATMEGA-328 diperlihatkan dalam gambar 4.1. Kanal 0 ADC internal mikrokontroler ATMEGA-328 digunakan sebagai *setpoint* untuk menset temperatur yang diinginkan pada keluaran *plant*. Sedangkan kanal 2 ADC internal digunakan sebagai umpan balik *plant*.

Karena keluaran *plant* memiliki tegangan maksimal 10Volt, sedangkan berdasarkan referensi tegangan ADC adalah sebesar 5Volt, maka diperlukan rangkaian pembagi tegangan sebesar 2 kali. Dalam rangkaian diperlukan dua buah resistor sebesar 5K Ω yang dihubungkan secara seri. Hal ini bertujuan agar tegangan maksimal dari keluaran sensor temperatur sesuai dengan dengan maksimal yang dibutuhkan oleh masukan ADC mikrokontroler ATMEGA-328.



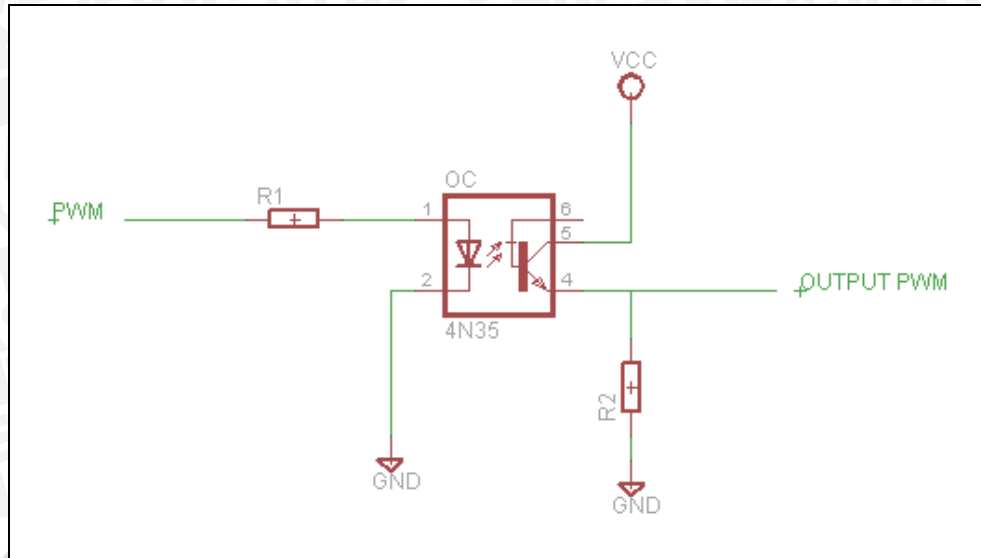
Gambar 4.1. Sistem mikrokontroler ATMEGA-328 sebagai kontroler logika Fuzzy

Sumber: Hasil Perancangan

Adapun kristal sebagai resonator mikrokontroler ATMEGA-328 digunakan kristal dengan frekwensi 16MHZ. Kapasitor menggunakan kapasitor keramik 30Pf.

4.2. Driver PWM

Plant temperature Leybold jenis 743-12 membutuhkan tegangan DC 0-10V untuk mengatur aktuator pemanas elektrik dari 0-100%. Dengan demikian diperlukan DAC untuk mengubah data digital menjadi tegangan analog. Sedangkan keluaran fuzzy logic kontroler memanfaatkan kanal PWM yang dimiliki oleh mikrokontroler ATMEGA-328. Tegangan keluaran PWM mikrokontroler memiliki tegangan 0 atau 5Volt, dengan demikian diperlukan *driver* agar menjadi tegangan 0 atau 10Volt sesuai dengan kebutuhan masukan *plant*. Rangkaian lengkap hasil perancangan driver PWM diperlihatkan dalam gambar 4.2. *Driver* PWM menggunakan komponen optocoupler 4N35 sekaligus sebagai isolasi optik antara sistem mikrokontroler dengan *plant*. Asupan kolektor diberi tegangan 10Volt agar pada saat.

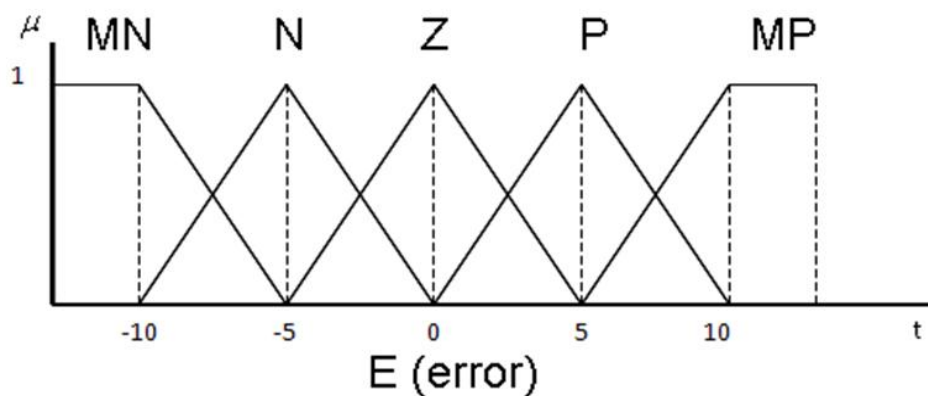


Gambar 4.2 Driver PWM

Sumber: Hasil perancangan

4.3. Fungsi Keanggotaan

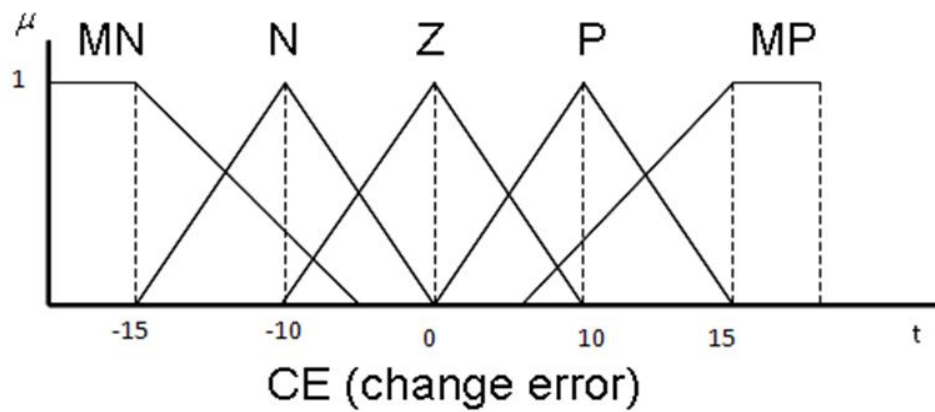
Fungsi keanggotaan untuk *error* (E) dan *change* (CE) error dibentuk dari fungsi segitiga dan trapesium, sedangkan fungsi keanggotaan keluaran berupa singletone. Masing-masing fungsi keanggotaan terdiri dari 5 fuzzyset. Fungsi keanggotaan E diperlihatkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan Error

Sumber: Hasil Perancangan

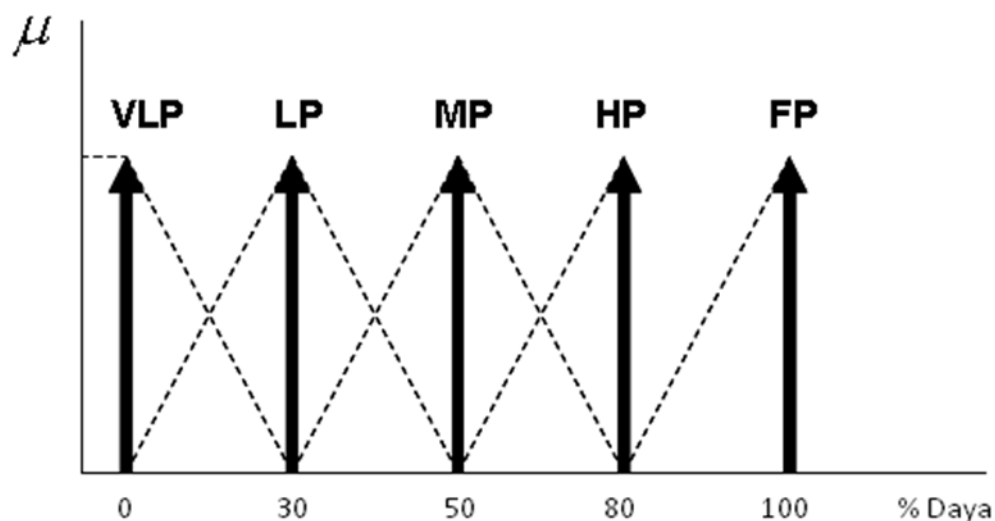
Fungsi keanggotaan *error* sebanyak 5 yaitu MN (*More Negative*), N (*Negative*), Z (*Zero*), P (*Positive*) dan MP (*More Positive*).



Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan *Change Error*

Sumber: Hasil Perancangan

Fungsi keanggotaan change error sebanyak 5 yaitu MN (*More Negative*), N (*Negative*), Z (*Zero*), P (*Positive*) dan MP (*More Positive*).



Gambar 4.5 Fungsi keanggotaan Keluaran

Sumber: Hasil Perancangan

Fungsi keanggotaan keluaran menggunakan singleton sebanyak 5 yaitu VLP (Very Low Power), LP (Low Power), MP (Middle Power), HP (High Power) dan FP (Full Power).

4.4. Rule Base

Adapun *rule base* yang dirancang diperlihatkan dalam Gambar 4.6. *Rule base* tersebut dalam bentuk tabel hubungan antara dengan E dan CE dengan keluaran.

CE \ E	CE				
	MN	N	Z	P	MP
MN	-	-	-	-	VLP
N	-	-	-	VLP	VLP
Z	VLP	VLP	VLP	LP	MP
P	FP	HP	HP	HP	MP
MP	FP	FP	FP	HP	HP

Gambar 4.6 Rule Base kontroler Logika Fuzzy

Sumber: Hasil Perancangan

4.5 Cara kerja Algoritma Fuzzy Logic Controller

Untuk memperjelas cara kerja algoritma Fuzzy Logic Controller menggunakan ketentuan sebagai berikut:

1. Setpoint sebesar 65 derajat celcius
2. Temperatur awal 50 derajat celcius
3. Error berturut turut: 15, 11, 3 derajat celcius
4. Change Error awal adalah 0 derajat celcius

Besarnya Error dan Change Error dapat dihitung sebagai berikut:

1. Dengan umpan balik 50 derajat celcius diperoleh $E(0) = 15$, $CE(0) = 15$
2. Dengan umpan balik 54 derajat celcius diperoleh $E(1) = 11$, $CE(1) = E(1) - E(0) = -4$
3. Dengan umpan balik 62 derajat celcius diperoleh $E(2) = 3$, $CE(2) = E(2) - E(1) = -8$

Perhitungan Error dan Change Error diperlihatkan dalam Tabel 4.1 berikut ini:

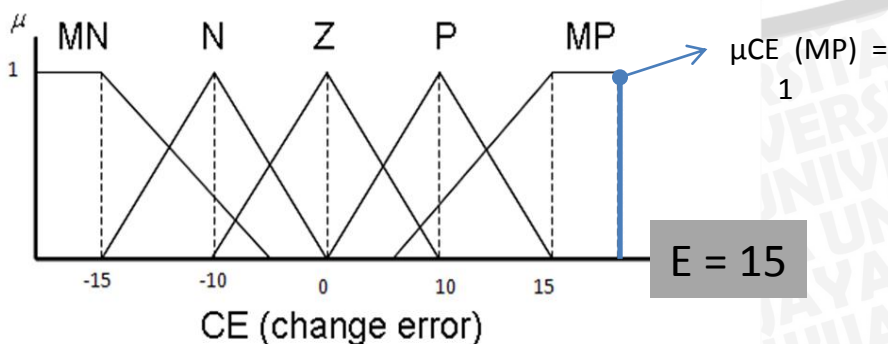
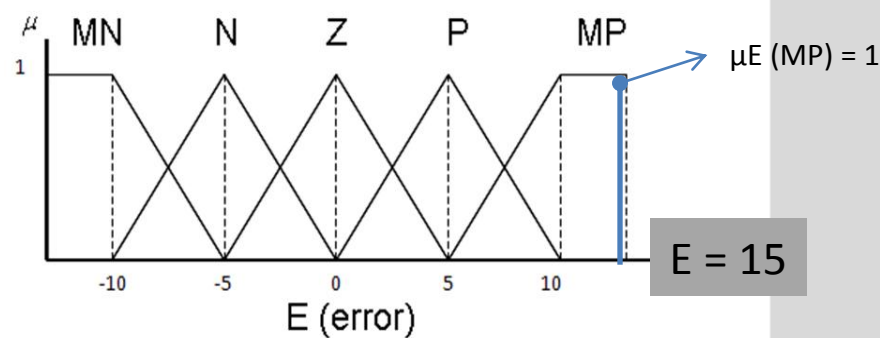
Tabel 4.1 Hasil perhitungan *Error* dan *Change Error*

No.	E	CE
1	15	15
2	11	-4
3	3	-8

Selanjutnya berdasarkan *Error* dan *Change Error* dalam Tabel 4.1 diatas, dapat dihitung uE , uCE dan Output berdasarkan *Membership Function* E yang diperlihatkan dalam fungsi gambar 4.3, *Membership Function* CE yang diperlihatkan dalam gambar 4.4 dan *Membership Function* Output yang diperlihatkan dalam gambar gambar 4.5.

1. $E = 15$, $CE = 15$

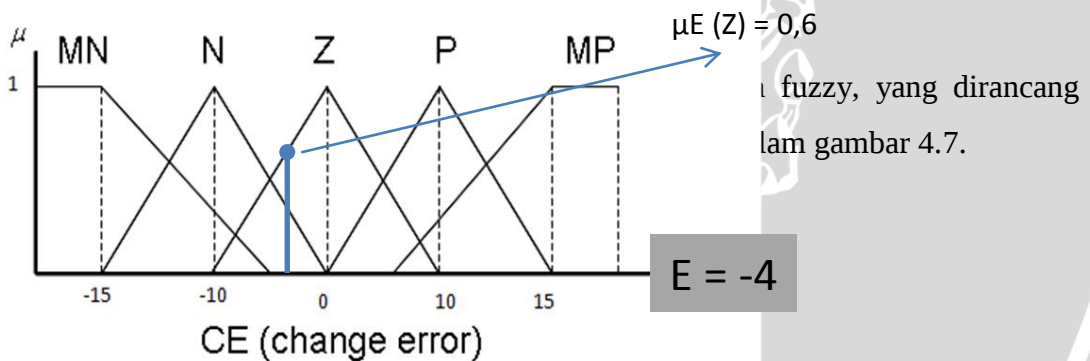
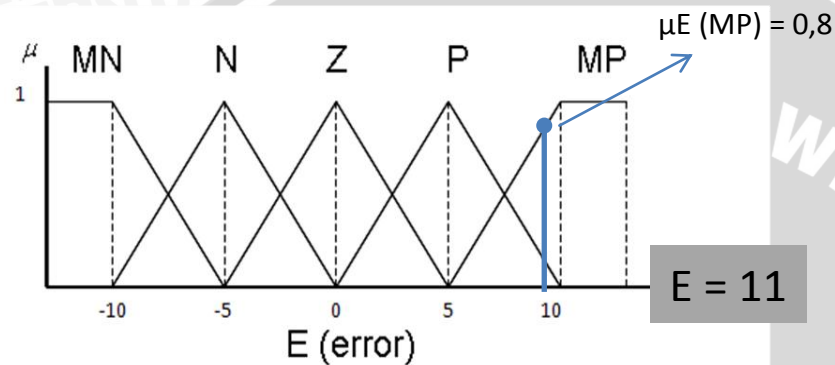
Secara grafik besarnya uE dan uCE dapat dihtung secara grafis sebagai berikut:



Dari gambar diatas diperoleh besarnya $uE(MP) = 1$ dan $uCE(MP) = 1$. Besarnya output direlasikan dalam Gambar 4.6 diperoleh membershipfunction $u(HP) = (1+1)/2 = 1$.
Jika didefuzzykasikan ke membership function Output yang diperlihatkan dalam gambar 4.5 adalah $HP = 1$, diperoleh output 80%

2. $E = 11$, $CE = -4$

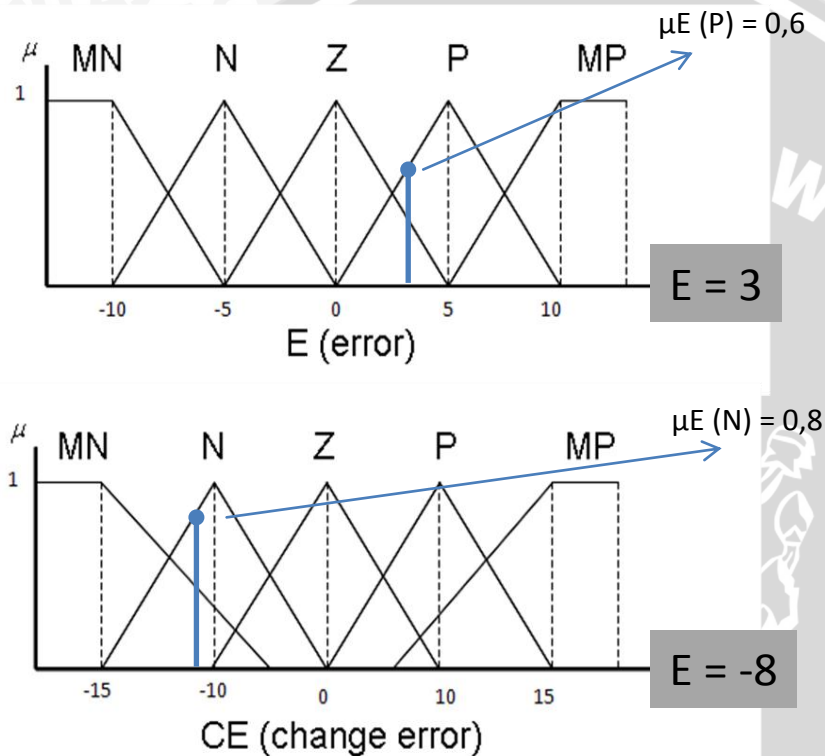
Secara grafik besarnya uE dan uCE dapat dihtung secara grafis sebagai berikut:



Dari gambar diatas diperoleh besarnya $uE(MP) = (4/5)*1=0,8$ dan $uCE(Z) = (6/10)*1=0,6$. Besarnya output direlasikan dalam Gambar 4.6 diperoleh membershipfunction $u(MP) = (0,8+0,6)/2 = 0,7$.
Jika didefuzzykasikan ke membership function Output yang diperlihatkan dalam gambar 4.5 adalah $MP = 0,7$, diperoleh output 44%

3. $E = 3$, $CE = -8$

Secara grafik besarnya uE dan uCE dapat diitung secara grafis sebagai berikut:



Dari gambar diatas diperoleh besarnya $uE(P) = (3/5) \cdot 1 = 0,6$ dan $uCE(N) = (4/5) \cdot 1 = 0,8$.
 Besarnya output direlasikan dalam Gambar 4.6 diperoleh membershipfunction $u(FP) = (0,8+0,6)/2 = 0,7$.

Jika didefuzzykasikan ke membership function Output yang diperlihatkan dalam gambar 4.5 adalah $VLP = 0,7$, diperoleh output 9%

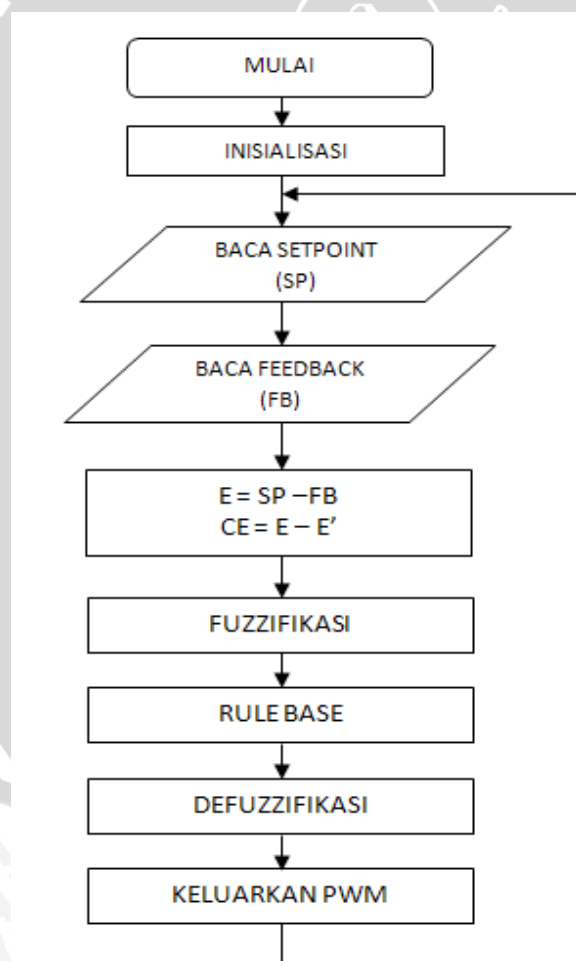
Hasil keseluruhan diperlihatkan dalam table 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil keseluruhan penghitungan

No.	E	μE	CE	μCE	OUTPUT
1	15	MP(1)	15	MP (1)	100 %
2	11	MP (0,8)	-4	Z (0,6)	44 %
3	3	P (0,6)	-8	N (0,8)	9%

4.6 Perangkat Lunak

Secara diagram alir perangkat lunak kontroler logika fuzzy, yang dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman C diperlihatkan dalam gambar 4.7.



Gambar 4.7 Diagram Alir Perangkat Lunak

Sumber: Hasil Perancangan