

## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari dua bagian, yaitu perancangan dan pembuatan perangkat keras serta perancangan dan pembuatan perangkat lunak. Perancangan dan pembuatan alat dilakukan secara bertahap untuk memudahkan analisis sistem. Beberapa aspek yang perlu dijelaskan dalam bab ini meliputi penentuan spesifikasi alat, perencanaan masing-masing blok rangkaian serta perencanaan sistem secara keseluruhan.

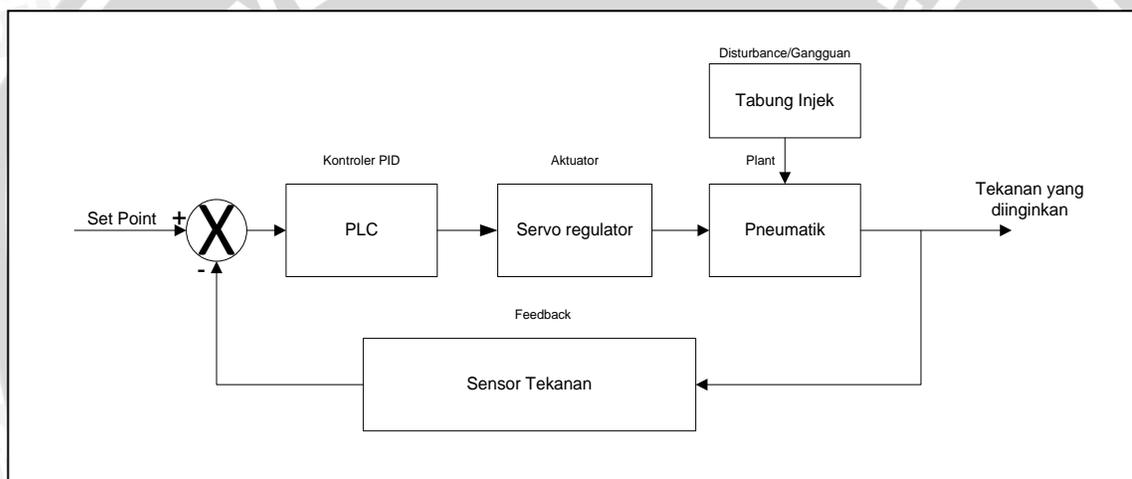
#### 4.1 Spesifikasi Sistem

1. Menggunakan dua *power supply* :
  - a. *Power supply* MW S-150-24volt yang berfungsi sebagai *input* tegangan kepada *device* yang menggunakan *input* 24volt.
  - b. *Power supply* GO20-1B-5volt yang berfungsi sebagai *input* tegangan kepada sensor tekanan dan servo motor.
2. Menggunakan PLC Twido CAE 40DRF yang berfungsi sebagai kontroler.
3. Menggunakan modul *expand* TWDAMI2HT sebagai modul analog.
4. Menggunakan kontaktor Telemecanique Square D sebagai otomatis kontak pengisian tabung *recevoir*.
5. Menggunakan *relay* yang berfungsi sebagai aktivasi *coil valve*.
6. Menggunakan selenoid valve Webber 24vdc 7.5v 0.32A sebagai buka tutup tekanan udara.
7. Menggunakan sensor tekanan ADZ-SML-10.0 yang berfungsi sebagai *feedback* tekanan udara.
8. Menggunakan servo GWS S35 *standart servo continous* yang berfungsi sebagai aktuator regulator.
9. Menggunakan kontroler yang digunakan yaitu kontroler PID.
10. *Software* yang digunakan untuk pemrograman *ladder* diagram adalah Twidosoft V3.5

11. Menggunakan pneumatik CKD CMA2 -30-75 yang digunakan sebagai *plant* sistem.
12. Tabung injek 60ml yang digunakan sebagai media pengisian.
13. Menggunakan kompresor *Becker D5600* tipe WB 63A4 yang berfungsi sebagai penyuplai tekanan udara.

#### 4.2 Diagram Blok Sistem

Dalam skripsi ini dibuat blok diagram agar dalam pengerjaan dapat dilakukan sesuai dengan perancangan sistem pengisian kemasan cat. Adapun blok diagram tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1:



**Gambar 4.1** menunjukkan Diagram blok sistem

Keterangan dari diagram blok yang ditunjuk Gambar.4.1 antara lain :

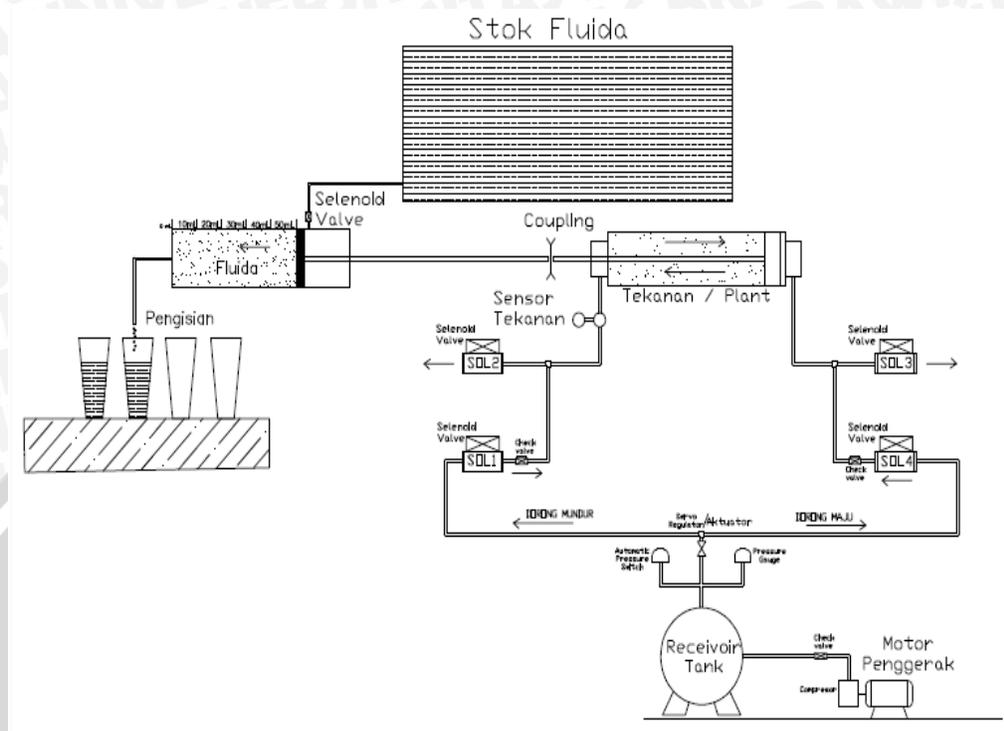
- a) *Setpoint* berupa *pressure* udara yang telah ditentukan sebesar 1 bar sebagai acuan yang akan dibandingkan dengan nilai *output*.
- b) *Summing point* merupakan sistem pembanding antara nilai *output* dengan nilai *setpoint*.
- c) PLC kemudian mengolah hasil dari *summing point* dan menghasilkan sinyal kontrol yang kemudian akan dikeluarkan menuju *actuator* regulator yang berupa motor servo.

- d) Motor servo kemudian mengatur besar kecilnya tekanan udara dari Regulator berdasarkan *disturbance* yang terjadi pada pneumatik agar *Output* yang dihasilkan sesuai dengan *setpoint*.
- e) *Pressure* yang dihasilkan pneumatik kemudian di *feedback* pada sebuah sensor tekanan.
- f) Hasil pembacaan sensor kemudian diakumulasikan dengan *setpoint* sehingga PLC mampu mengetahui *error* yang terjadi.

Adapun penjelasan mengenai cara kerja sistem secara umum adalah sebagai berikut. Sensor tekanan yang diletakkan pada *input* pneumatik, digunakan sebagai acuan nilai *setpoint* untuk membaca kondisi tekanan angin yang digunakan untuk mendorong tabung injek saat melakukan pengisian fluida ke dalam kemasan cat.

Dari *setpoint* yang telah ditentukan sebesar 100 Kpa akan memberikan sinyal masukan yang selanjutnya akan diproses oleh PLC. Tekanan di dalam alat miniatur pengisian cat dikondisikan untuk mencapai *set value* sebesar 100 kpa dan selanjutnya dijaga secara konstan dengan memanfaatkan motor servo yang berfungsi untuk mengatur besar kecilnya tekanan angin yang masuk pada pneumatik.

Pada sistem ini terdiri dari dua bagian sub sistem, yaitu *unit* pengontrol dan *unit* yang dikontrol. *Unit* pengontrol adalah PLC TWIDO CAE 40DRF. PLC ini terhubung langsung dengan *relay* yang bertugas mengaktifkan *valve*, dan juga terhubung dengan servo untuk mengatur besarnya tekanan yang masuk pada pneumatik. Kemudian untuk bagian *unit* yang dikontrol adalah besar kecilnya tekanan yang keluar lewat *input* pneumatik. Untuk mengetahui proses berjalannya sistem secara skematis yang sesuai dengan perancangan ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



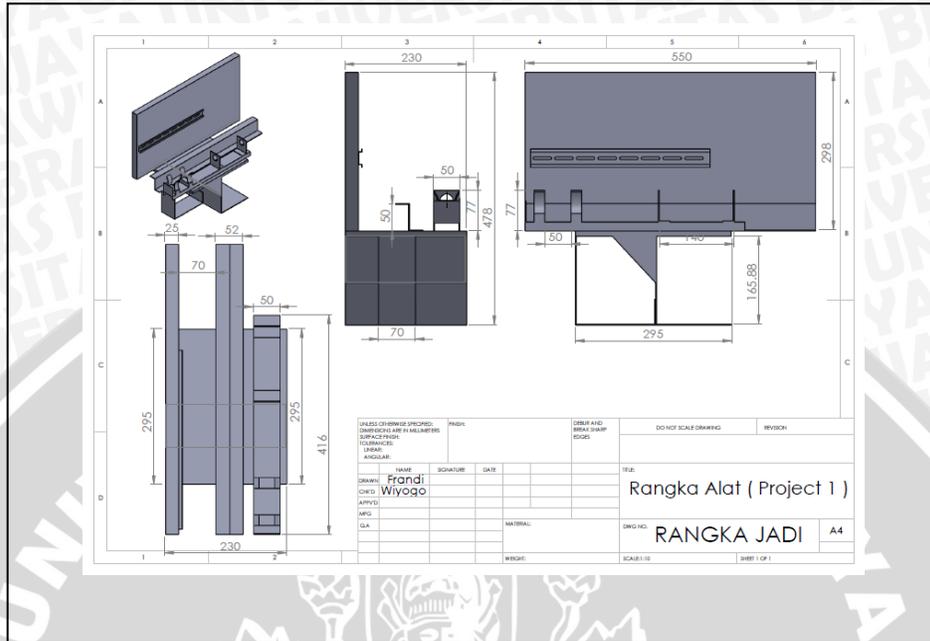
**Gambar 4.2** Merupakan Sistem Skematik  
Sumber: Perancangan

### 4.3 Perancangan Perangkat Keras

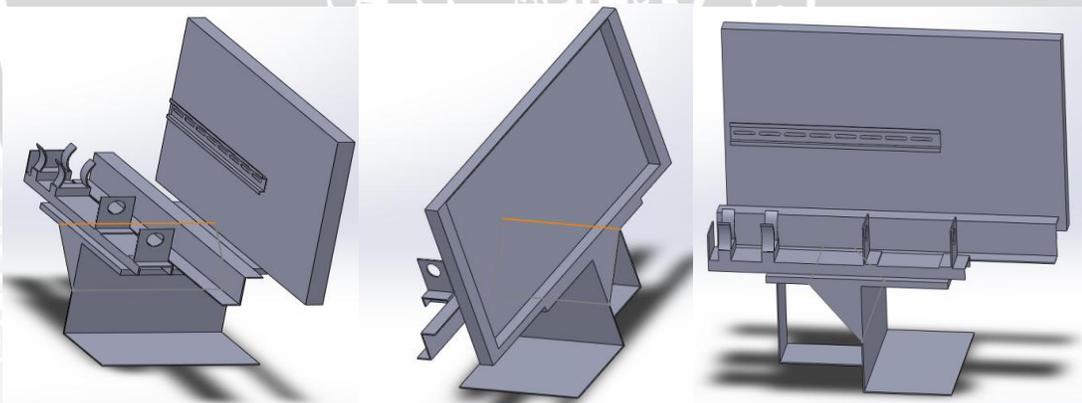
Perangkat keras miniatur pengendali tekanan *liquid* pada pengisian kemasan cat terdiri dari perancangan mekanik miniatur pengisian kemasan cat.

#### 4.3.1 Perancangan Mekanik Miniatur pengisian cat

Perancangan kerangka mekanik dilakukan untuk merancang pemodelan miniatur pengisian cat. Rancangan kerangka mekanik pemodelan miniatur pengisian cat dan hasil kerangka miniatur pengisian cat yang ditunjukkan dalam Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 :

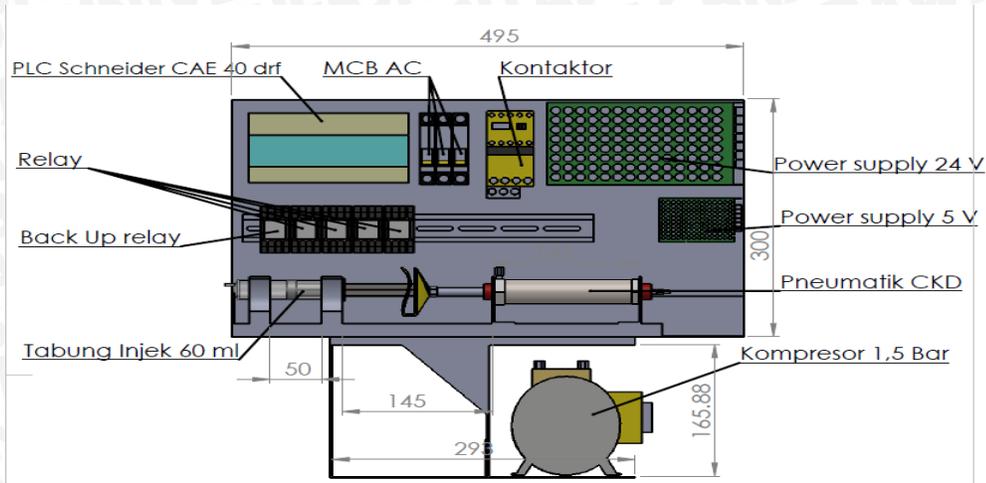


**Gambar 4.3** Perancangan Kerangka Awal Miniatur Pengisian Kemasan Cat  
Sumber: Perancangan

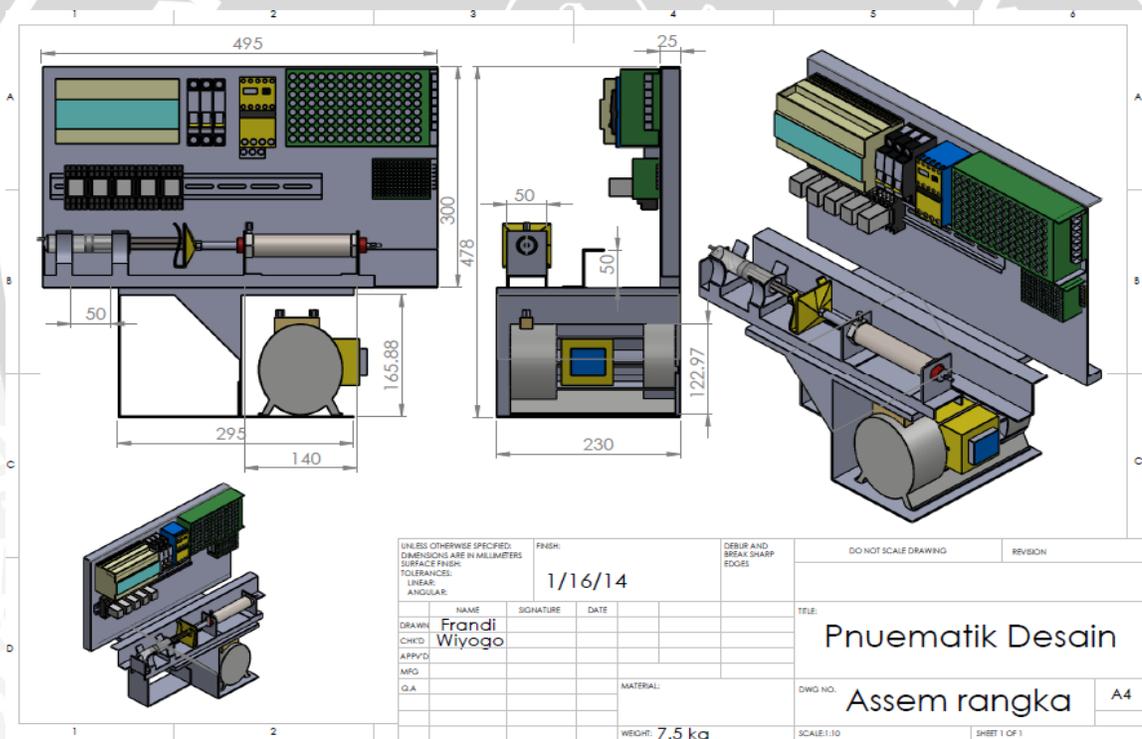


**Gambar 4.4** Hasil Kerangka Jadi Miniatur Pengisian Kemasan Cat  
Sumber: Perancangan

Dari kerangka mekanik yang dirancang diatas, maka dihasilkan spesifikasi dan prespektif mekanik secara keseluruhan yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 merupakan bentuk hasil perancangan keseluruhan dari miniatur pengisian cat.



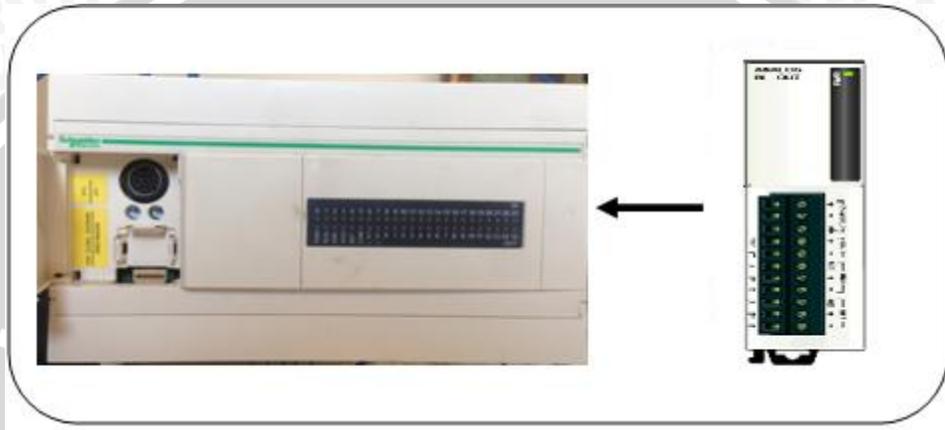
**Gambar 4.5** Prespektif perancangan Miniatur Pengisian Cak kaleng  
 Sumber: Perancangan



**Gambar 4.6** Hasil Kerangka Perancangan Miniatur Pengisian Cat Kaleng  
 Sumber: Perancangan

### 4.3.2 Perancangan *Unit* Kontrol PLC

PLC merupakan bagian utama dari sistem otomatisasi miniatur pengisian cat kaleng. Pada sistem miniatur pengisian cat kaleng menggunakan PLC Twido TWD LCAE 40DRF. Untuk modul *expansion* analog yang digunakan untuk membaca nilai sensor adalah TWDAMI2HT. Sistem *unit* kontrol PLC ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



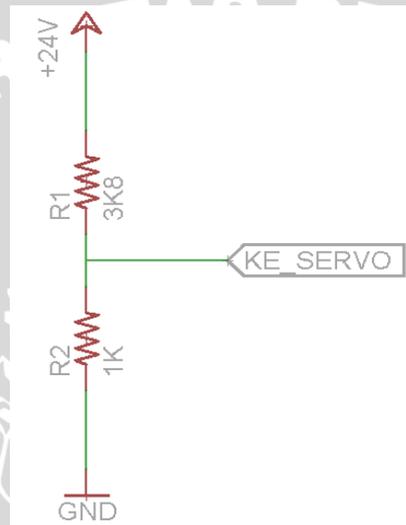
**Gambar 4.7** Sistem *Unit* Kontrol PLC

PLC Twido LCAE 40DRF memiliki 40 jalur yang dapat diprogram sebagai masukan atau keluaran. Dari spesifikasi yang ada, jalur masukan yang dapat digunakan sebanyak 24, sedangkan jalur keluaran yang dapat digunakan sebanyak 16. *Port* masukan dan keluaran PLC pada perancangan akan difungsikan sesuai dengan Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Fungsi *address input* dan *output*

No.	Address	Perangkat	Fungsi
1	%I0.2	Push Button	<i>Input</i>
2	%I0.3	Limit Switch	<i>Input</i>
3	%I0.4	Limit Switch	<i>Input</i>
4	%IW1.0	Sensor Tekanan	<i>Input</i>
5	%Q0.2	Relay 1	Output
6	%Q0.3	Relay 2	Output
7	%Q0.4	Relay 3	Output
8	%Q0.5	Relay 4	Output
9	%Q0.0	Servo	Output

Untuk mengendalikan motor servo dibutuhkan sinyal pwm untuk mengatur kecepatan dan arah putar dari motor tersebut. Sinyal pwm yang dihasilkan oleh PLC sebesar 24V, sehingga perlu dilakukan regulasi tegangan agar servo dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Untuk nilai amplitudo sinyal pwm yang diinginkan adalah sebesar 5V. Hal ini sesuai dengan spesifikasi yang ada pada datasheet motor servo GWS S35 STD. Untuk meregulasi tegangan 24V menjadi 5V maka digunakan rangkaian pembagi tegangan yang ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Rangkaian Pembagi Tegangan

Berdasarkan pada Gambar 4.8, nilai tegangan keluaran yang diinginkan adalah sebesar 5V. Dengan nilai tegangan sumber sebesar 24V. Maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times 24V \quad (4.1)$$

Untuk nilai  $R_2$  ditetapkan sebesar 1K $\Omega$ . Maka, nilai  $R_1$  dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 1.

$$5 = \frac{1K\Omega}{R_1 + 1K\Omega} \times 24$$

$$5 = \frac{24000}{R_1 + 1000}$$

$$5(R_1 + 1000) = 24000$$

$$5R_1 + 5000 = 24000$$

$$5R_1 = 19000$$

$$R_1 = 3800\Omega$$

$$R_1 = 3,8 \text{ k}\Omega$$

Dari perancangan rangkaian pembagi tegangan maka dapat diperoleh nilai  $R_1$  sebesar 3,8k $\Omega$  dan  $R_2$  sebesar 1k $\Omega$ .

#### 4.3.3 Perancangan Sistem Modul *Analog* TWDAMI2HT

Sinyal *digital* merupakan sinyal diskrit yang hanya memiliki dua keadaan yaitu 0 dan 1. *Main unit* PLC mempunyai *input* dan *output digital*, sehingga data yang masuk dan keluar dari PLC haruslah berupa data *digital*. Dengan demikian dibutuhkan suatu perangkat tambahan sebagai pengondisi sinyal apabila data yang diolah berupa sinyal *analog*. Pada PLC CAE40DRF mempunyai *unit* modul tambahan yang berupa modul *analog* sebagai *unit* yang berfungsi mengubah keluaran *digital* dari *main unit* menjadi keluaran tegangan yang bisa disesuaikan besarnya.

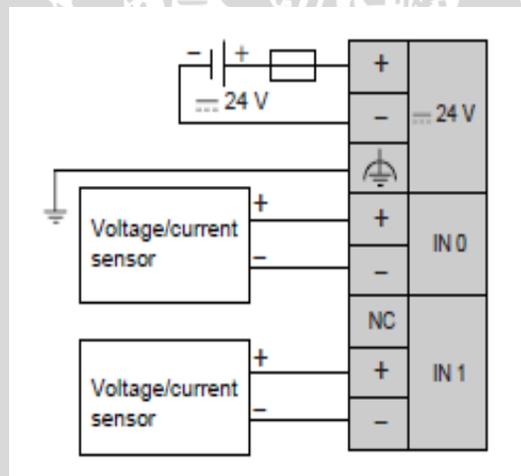
Modul *analog* ini tidak membutuhkan perangkat komunikasi tambahan yang terhubung pada *main unit*, melainkan langsung dapat dihubungkan karena telah tersedia soket penghubung pada *main unit* PLC. Gambar 4.9. menunjukkan bentuk fisik modul *analog* TWDAMI2HT.



**Gambar 4.9** Modul Analog TWDAMI2HT

Sumber: TwidoSoft User Manual

Pada modul ini dibatasi hanya dapat masukan analog sebanyak 2 *channel*. Modul ini membutuhkan catu daya tambahan sebesar 24V DC. Konfigurasi modul analog TWDAMI2HT ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



**Gambar 4.10** Konfigurasi modul analog TWDAMI2HT

Karena pada sistem ini menggunakan satu masukan sensor analog dari ADZ-SML-10, maka modul TWDAMI2HT hanya digunakan satu *channel* masukan saja.

## 4.4 Perancangan Perangkat Lunak

### 4.4.1 Perancangan Algoritma Kontroler PID

Konsep dasar dari kontrol PID adalah mendeteksi PV (nilai proses) melalui sensor dan menjumlahnya dengan *set value* SV (nilai yang diinginkan). Dengan demikian kontroler dapat menentukan respon yang diberikan untuk mempertahankan tekanan sesuai *present value* PV. Kemudian kontroler mengeluarkan nilai *manipulated value* MV (nilai manipulasi) agar PV harus sama dengan SV.

Pada saat ini, 3 jenis operasi, seperti Proporsional, Integral, Diferensial dijalankan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Aksi kontrolnya dinyatakan sebagai:

$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \dots \dots \dots (4-2)$$

Kontrol PID memiliki kompatibilitas yang tinggi, fleksibilitas, keterjangkauan dibandingkan dengan kontrol *robust* dan kontrol optimal linier. Dalam kasus metode kontrol lainnya, karena perangkat kontrol dapat diterapkan ke sistem setelah analisis matematis dari sistem, jika sistem atau persyaratan perubahan pengguna, analisis sistem dilakukan lagi. Tapi dalam kasus kontrol PID, perangkat PID berupaya menyesuaikan dengan perubahan sistem atau kebutuhan pengguna dengan metode *hand-tuning* tanpa perlu analisis sistem berulang kali.

Kinerja kontroler PID sangat bergantung dengan koefisien PID. Umumnya, metode *hand tuning* PID cukup sulit dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk memprediksi sistem dan mengatur koefisien PID. Penyebabnya adalah gangguan non-periodik, gangguan kontrol *loop* lain dan karakteristik dinamis sistem kontrol itu sendiri. Jadi *hand-tuning* yang menentukan koefisien PID secara otomatis sangat berguna dalam membantu menyelesaikan masalah ini. Metode dalam menetapkan koefisien PID disini akan menggunakan *tabel tuning* yang ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Tabel Tuning Metode Ziegler-Nichols

Kontroler	Proporsional Penguatan (gain)	Integral	Diferensial
P	$0,5K_u$	-	-
PI	$0,45K_u$	$P_u/1,2$	-
PID	$0,6K_u$	$P_u/2$	$P_u/8$

Sumber: Gunterus Frans, 1994

#### 4.4.2 Seting Parameter PID

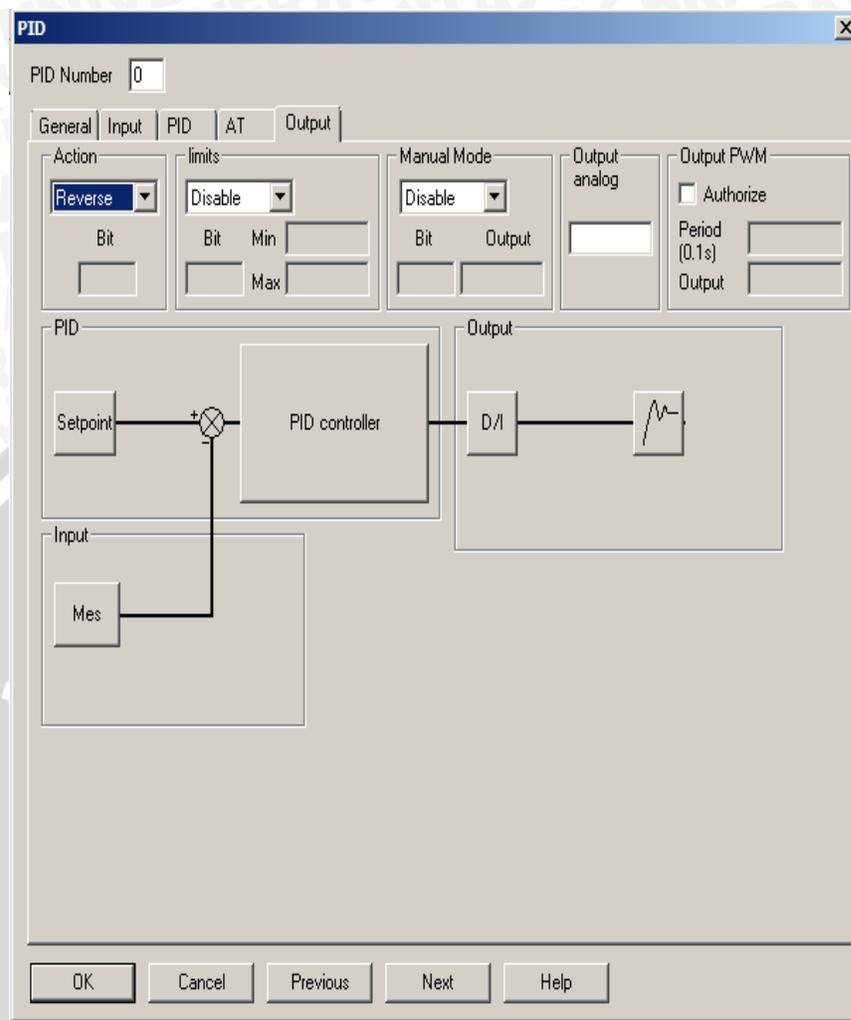
Sama halnya dengan *spesial module* yang lain, maka sebelum menggunakan program PID, haruslah mengatur parameter PID. Gambar 4.13 menunjukkan tampilan pengaturan parameter PID. Adapun parameter PID dalam program yang diatur meliputi pada bagian general :

- 1) *Operating mode* : Untuk mengaktifkan *mode* operasi PID.
- 2) *Set point* : Acuan yang berfungsi untuk mengatur nilai yang diinginkan.
- 3) *Input* : Acuan nilai *actual* hasil pembacaan sensor.
- 4) *Output* : Acuan nilai keluaran dari sistem kontrol.

Pada bagian PID :

- a) Penentuan  $K_p$  : Acuan yang berfungsi untuk mengatur nilai konstanta proporsional.
- b) Penentuan  $K_i$  : Acuan yang berfungsi untuk mengatur nilai konstanta integral.
- c) Penentuan  $K_d$  : Acuan yang berfungsi untuk mengatur nilai konstanta derivative.
- d) Penentuan nilai *setpoint* : Acuan yang berfungsi untuk mengatur nilai yang diinginkan.

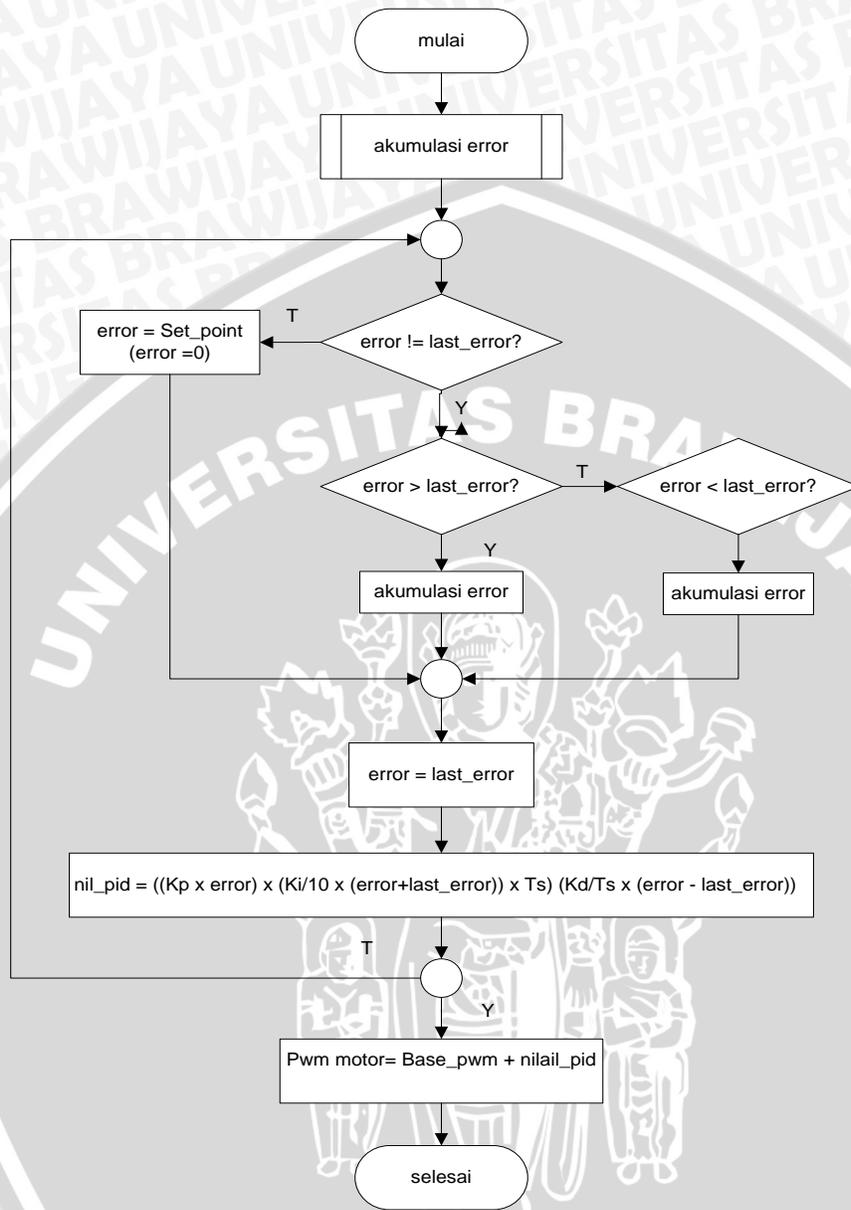
Gambar 4.11 berikut adalah tampilan *graphical user interface* untuk pengaturan nilai PID pada *software Twidsoft V.3.5*



**Gambar 4.11** Tampilan Pengaturan Parameter PID

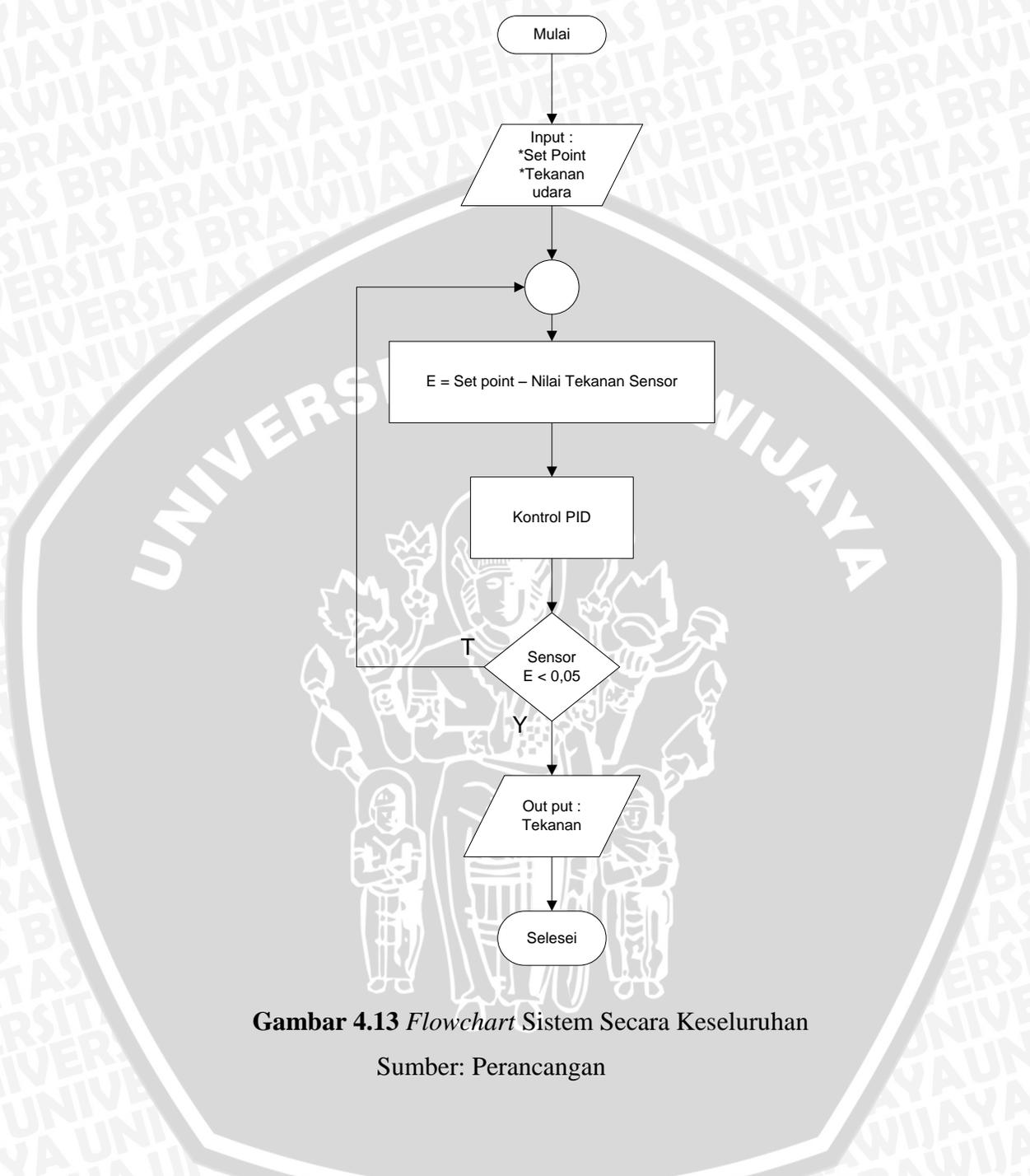
Sumber: *Perancangan*

Pada program yang akan diatur untuk kontroler PID, diperlukan pengaturan parameter terlebih dahulu. Hal ini diperlukan agar sistem dapat bekerja menjadi kontroler PID yang sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kontrol PID terdapat beberapa pengaturan sesuai dengan *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12 :** Flowchart Pengaturan Parameter dan Set Value Kontroler PID

Seting parameter diperlukan untuk mengaktifkan nilai-nilai yang ada dimasukkan ke dalam pemrograman. Dan untuk mengetahui hasil flowchart keseluruhan sistem dapat dilihat dalam Gambar 4.13 :



**Gambar 4.13** Flowchart Sistem Secara Keseluruhan

Sumber: Perancangan

