

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1 USB National Instrument 6001 DAQma

USB National Instrument 6001 DAQma adalah Usb yang berukuran sedang yang dirancang untuk melakukan penelitian mahasiswa dan bisa juga berguna untuk industri. USB National Instrument tersebut memiliki banyak sekali Series yang mana untuk Series atau type 6001 ini ialah tipe terbaru dan sesuai kebutuhan penulis untuk membuat rancang bangun tersebut. Perbedaan antar type bisa kita lihat pada tabel dibawah ini.



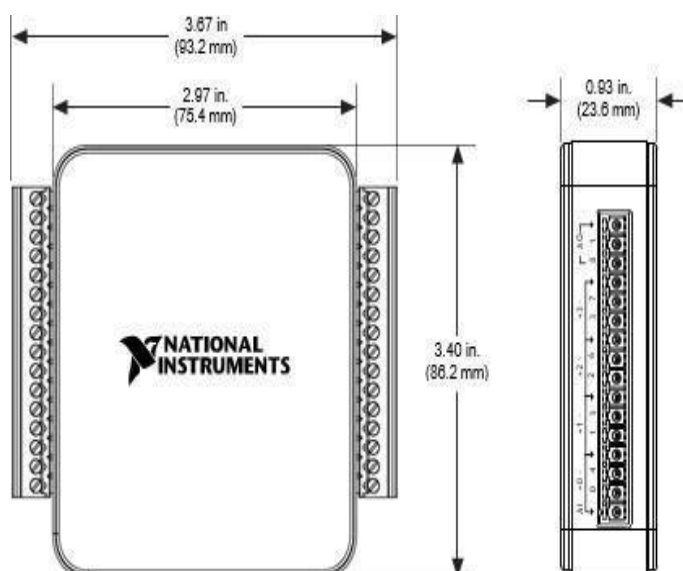
**Gambar 2.1** USB National Instrument 6001 DAQma

**Tabel 2.1** Perbedaan Type USB NI

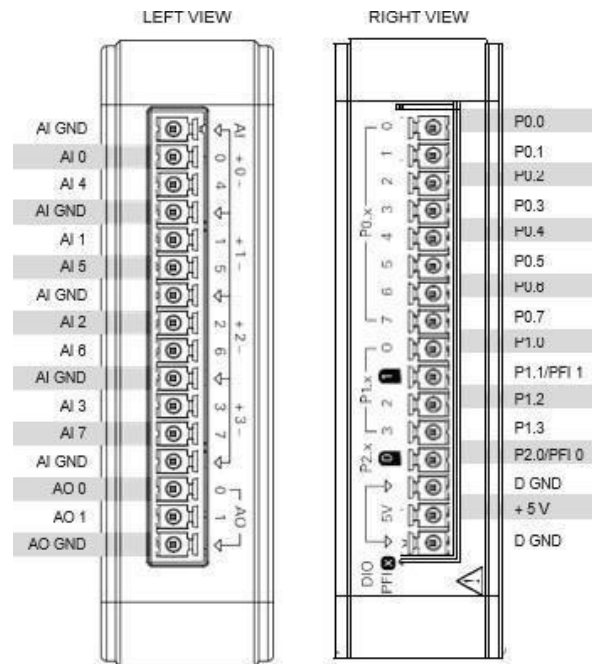
Feature	NI USB-6001	NI USB-6002	NI USB-6003
<b>Analog Input</b>			
Analog-to-digital converter (ADC) Resolution	14-bit	16-bit	16-bit
Maximum Sample Rate (aggregate)	20 kS/s	50 kS/s	100 kS/s

<b>Analog Output</b>			
DAC Resolution	14-bit	16-bit	16-bit
Absolute Accuracy, Typical, at full scale	9.1 mV	8.6 mV	8.6 mV

NI USB-6001 menyediakan fungsi akuisisi data dasar untuk pencatatan pengukuran portabel, dan eksperimen laboratorium perguruan tinggi. Fungsinya yang cukup kuat untuk menangani aplikasi pengukuran yang lebih kompleks. Dengan bantuan NI USB-6001 dan perangkat lunak pencatat data siap pakai yang disertakan, pengukuran dasar dapat diselesaikan dalam hitungan menit, atau menggunakan bahasa LabVIEW dan perangkat lunak layanan pengukuran NI-DAQmx Base yang disertakan untuk memprogram sistem pengukuran khusus. Untuk menggabungkan kursus teoretis dalam simulasi, pengukuran, dan otomatisasi dengan operasi eksperimental yang sebenarnya.



**Gambar 2.2** *Dimention*



**Gambar 2.3** Device Pin Out

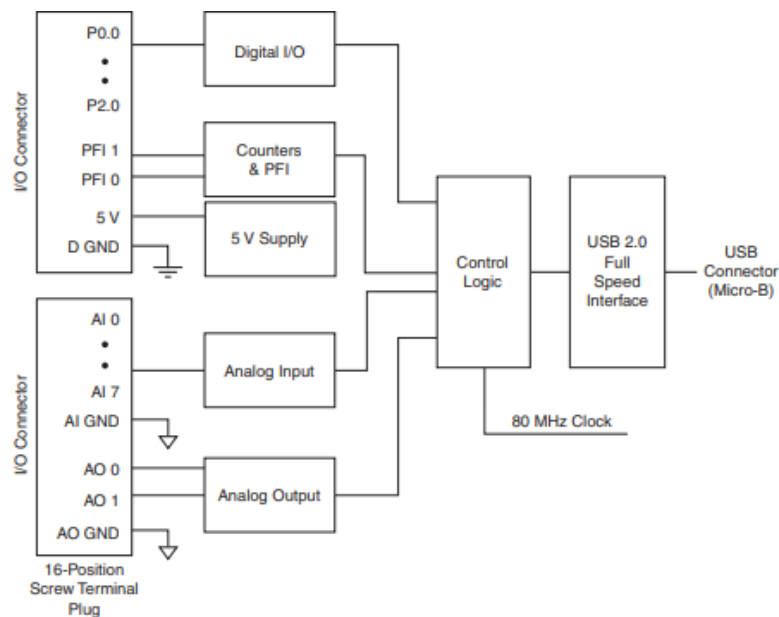
Pada tabel 2.2 berikut merupakan penjelasan dari pin out pada gambar 2.3.

**Tabel 2.2** Tabel Deskripsi Alat

Sinyal Nama	Referensi	Arah	Keterangan
AI GND	—	—	Ground Input Analog—Titik referensi
AI <0..7>	AI GND	Input	Saluran Input Analog 0 - 7 Untuk pengukuran ujung tunggal, masing-masing sinyal sesuai dengan satu saluran tegangan input analog. Untuk pengukuran diferensial, AI 0 dan AI 4 adalah input positif dan negatif dari diferensial saluran input analog 0. Sinyal berikut pasangan juga membentuk saluran input diferensial: AI <1,5>, AI <2, 6>, dan AI <3, 7>. Mengacu kepada Bagian Input Analog untuk informasi lebih lanjut

**Tabel 2.3** Tabel Deskripsi Sinyal Lanjutan

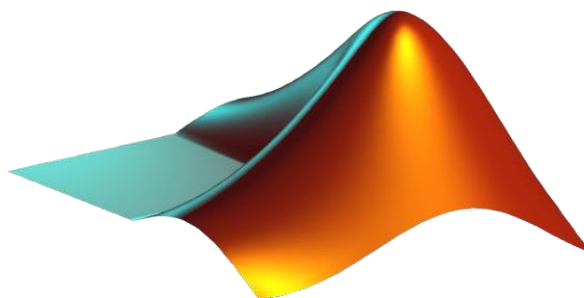
<b>Sinyal Nama</b>	<b>Referensi</b>	<b>Arah</b>	<b>Keterangan</b>
AO GND	-	-	Analog Output Ground—Titik referensi untuk keluaran analog.
AO<0,1>	AO GND	Output	Saluran Keluaran Analog 0 dan 1—Persediaan output tegangan saluran AO. Mengacu pada bagian Output Analog untuk informasi lebih lanjut.
P0.<0,7>	D GND	Input or Output	Port 0 Saluran I/O Digital 0 hingga 7—Anda bisa konfigurasi setiap sinyal secara individual sebagai input atau keluaran. Lihat bagian I/O Digital untuk lebih lanjut informasi.
P1.<0,3>	D GND	Input or Output	Port 1 Saluran I/O Digital 0 hingga 3—Anda bisa konfigurasi setiap sinyal secara individual sebagai input atau keluaran. Lihat bagian I/O Digital untuk lebih lanjut informasi.
P2,0	D GND	Input or Output	Port 2 Saluran I/O Digital 0—Anda bisa konfigurasi setiap sinyal secara individual sebagai input atau output. Lihat bagian I/O Digital untuk informasi lebih lanjut
PFI 0,1	D GND	Input	Antarmuka Fungsi yang Dapat Diprogram atau Digital saluran I/O—Input penghitung tepi atau digital memicu masukan. Lihat PFI 0 dan PFI 1 bagian untuk informasi lebih lanjut
D GND	-	-	Digital Ground—Titik referensi untuk digital sinyal.
+5 V	D GNG	Output	Sumber Daya +5 V—Menyediakan daya +5 V hingga 150 mA. Lihat Sumber Daya +5 V bagian untuk informasi lebih lanjut



**Gambar 2.4** Gambar Diagram Blok NI DAQmx

## 1.2 *Matlab*

*Matlab* adalah interaktif program untuk komputasi numerik dan visualisasi data, program ini digunakan oleh control engineer untuk mendesain dan menganalisis. Didalam *Matlab* terdapat banyak Toolbox. Pada eksperimen ini Control System Toolbox akan banyak digunakan. Seluruh data didalam *Matlab* disimpan dalam bentuk vector atau matriks. Untuk membentuk Matriks data digunakan tanda [ ] sedangkan pemisah baris dari matriks digunakan tanda ; dan untuk pemisah elemen antar kolom digunakan spasi. Simulink adalah graphical extension *MA*tlab untuk memodelkan dan mensimulasikan sebuah system. Dalam Simulink, sistem digambarkan sebagai sebuah block diagram, diantaranya transfer function, summing junction, didalamnya terdapat pula virtual input dan output device seperti function generator dan oscilloscope. Sedangkan pada simulink, data/informasi dari berbagai block dikirim ke block lainnya dihubungkan dengan garis. untuk akses simulink lakukan hal berikut ini pada jendela Command Window : >> Simulink.

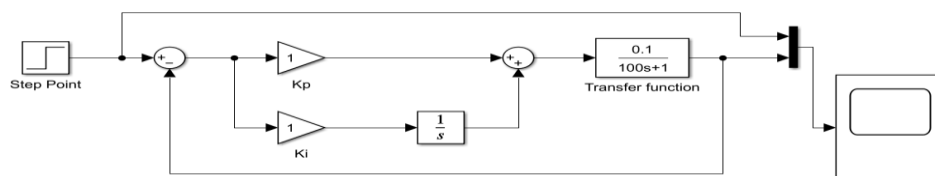


**Gambar 2.5** Gambar Aplikasi Matlab

Simulink adalah sebuah lingkungan pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk model, simulasi, dan analisis sistem dinamis. Lingkungan ini dikembangkan oleh MathWorks, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam perangkat lunak teknik dan ilmiah. Simulink digunakan terutama dalam bidang rekayasa dan ilmu komputer untuk merancang dan menguji sistem yang melibatkan komponen yang berinteraksi secara dinamis.

Dalam Simulink, dapat membuat model visual dari sistem dengan menggabungkan berbagai blok fungsional yang mewakili komponen sistem seperti sinyal, filter, operator matematika, kontroler, dan banyak lagi. Kemudian, dapat mensimulasikan model ini untuk melihat bagaimana sistem tersebut akan berperilaku seiring waktu atau dalam berbagai kondisi. Simulink menyediakan berbagai alat untuk analisis numerik, visualisasi data, dan validasi desain sistem.

Aplikasi umum dari Simulink termasuk dalam bidang seperti rekayasa sistem kontrol, pemodelan sistem dinamis, pengembangan dan pengujian algoritma, desain sistem komunikasi, pemodelan kendaraan, dan banyak lagi. Dengan menggunakan Simulink, para insinyur dan ilmuwan dapat merancang, menguji, dan mengoptimalkan sistem dengan lebih mudah dan intuitif dalam lingkungan visual.

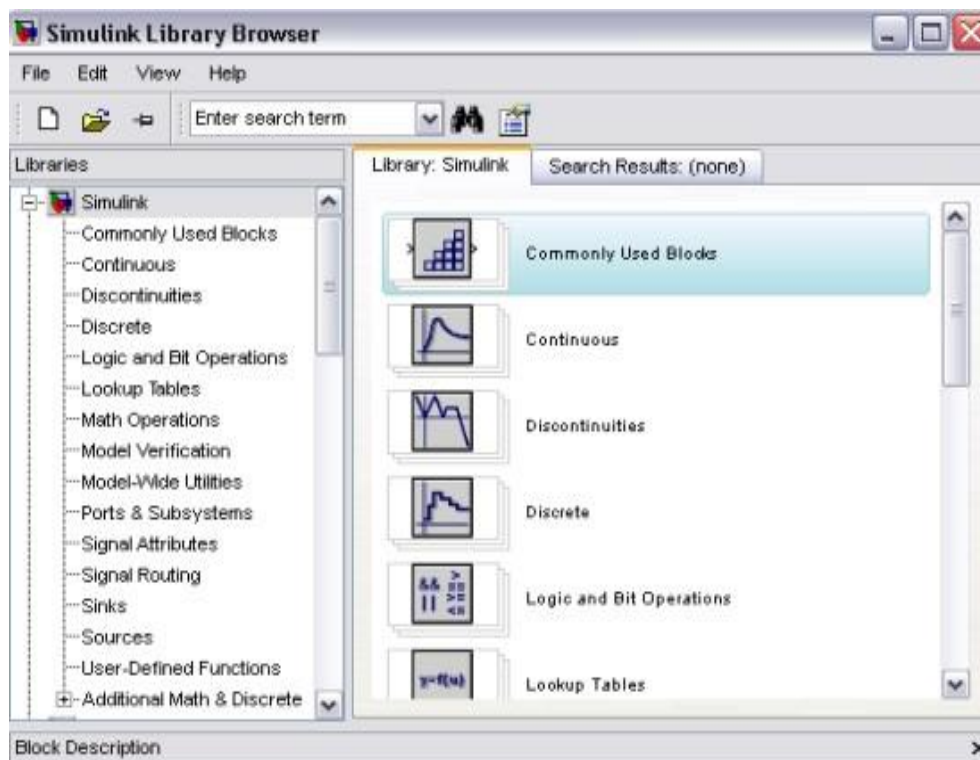


**Gambar 2.6** Simulink

(Sumber :Tutorial Praktis Belajar Matlab,Tatik Retno dkk, 2022 )

### 1.2.1 *Toolbar Pada Simulink*

Pada gambar 2.6 di bawah ini merupakan *Toolbar* yang ada pada *Simulink*

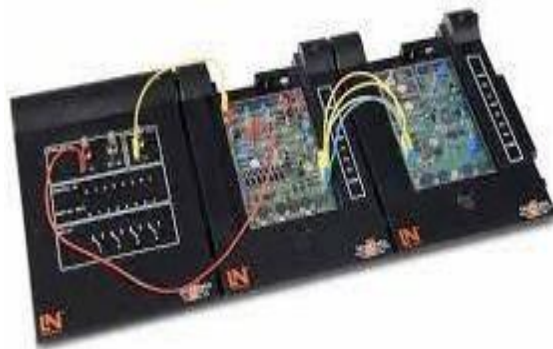


**Gambar 2.7** *Toolbar Pada Simulink*

### 1.3 *Lucas Nulle*

*Lucas Nulle* (LabSoft) adalah sebuah perangkat lunak untuk mengontrol mesin uji dan perangkat pengujian lainnya yang digunakan dalam industri otomotif. *Lucas Nulle* adalah bagian dari Delphi Technologies, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam sistem kendaraan otomotif. *Lucas Nulle* (LabSoft) digunakan untuk mengendalikan mesin uji dan alat pengujian lainnya, seperti alat uji rem, alat uji roda gigi, dan alat uji motor. Perangkat lunak ini memungkinkan operator untuk mengontrol mesin uji dan alat pengujian, mengumpulkan data pengujian, serta memproses dan menganalisis data tersebut. Selain itu, *LabSoft* juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan laporan pengujian dan grafik yang memberikan informasi tentang kinerja kendaraan dan komponen-komponennya. Hal ini memudahkan para insinyur dan teknisi untuk

melakukan perbaikan dan perawatan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja kendaraan.



**Gambar 2.8** Lucas Nulle

Secara umum, *Lucas Nulle* (LabSoft) merupakan alat yang sangat penting bagi industri otomotif dalam melakukan pengujian dan pemeliharaan kendaraan agar tetap dalam kondisi optimal.



**Gambar 2.9** Antar Muka Unit Rain Lucas Nulle Dengan Instrument Virtual

*Lucas Nulle* sendiri merupakan antarmuka unit pusat dari sistem unit rain dengan menggabungkan semua input dan output, sakelar, sumber daya dan sinyal, serta sirkuit pengukuran yang diperlukan untuk melakukan eksperimen. Antarmuka *lucas nulle* dikendalikan melalui PC yang terhubung.



**Tabel 2.4** Tabel Peralatan Antar Muka Lucas Nulle

Peralatan
➤ Prosesor 32-bit dengan memori penyimpanan untuk pengukuran
➤ Antar muka USB, kecepatan transfer 12 Mbits/dtk
➤ Antar muka WLAN/WiFi, 2,4 GHz, IEEE 802.11 b/g/n
➤ Koneksi simultan dari sejumlah Eksperimen melalui sistem bus serial
➤ Casing desainer berkualitas tinggi dengan kaki aluminium dan panel depan Plexiglas yang diperkeras di permukaan
➤ Cocok untuk mengakomodasi bingkai panel pelatihan untuk panel pelatihan DIN A4
➤ Dirancang untuk sambungan kabel pengukur keamanan 2 mm
➤ LED multi-warna untuk menampilkan status
➤ Output analog yang dapat disesuaikan, +/-10 V, 0,2 A, DC – 5 MHz, melalui soket BNC dan 2-mm
➤ 4 input penguat diferensial analog dengan lebar pita 10 MHz, aman untuk voltase hingga 100 V, laju pengambilan sampel 100 mega sampel, 9 rentang pengukuran, kedalaman memori 4 x 8 kx 10 bit, input melalui soket BNC (2 input) atau 2 mm (4 masukan)
➤ 2 input analog untuk pengukuran arus, proteksi arus berlebih hingga 5 A, laju pengambilan sampel 250 kilo sampel, 2 rentang pengukuran, resolusi 12 bit, koneksi melalui soket 2 mm
➤ 3 keluaran analog variabel +/- 20V, 1 A, DC-150 Hz (memerlukan CO4203-2B)
➤ Output sinyal digital 16-bit, dimana 8 bit diakses melalui soket 2-mm, TTL/CMOS, frekuensi clock 0 – 100 kHz, kekuatan listrik +/- 15 V
➤ Input sinyal digital 16-bit, dimana 8 bit diakses melalui soket 2-mm, kedalaman memori 16 bit x 2 k, TTL/CMOS, sampling rate 0 – 100 kHz, kekuatan listrik +/- 15 V,
➤ 8 Relai, 24 V DC/1 A, 4 di antaranya diakses melalui soket 2 mm Dimensi: 29,6 x 19 x 8,6 cm
➤ Catu daya eksternal dengan input jangkauan luas 100-264 V, 47-63 Hz, output 24 V / 5 A
➤ Berat (termasuk catu daya): 2,1 kg

**Tabel 2. 1** Tabel Intrusment Antar Muka Lucas Nule

Instrumen virtual (meter dan sumber)
➤ 2 x Voltmeter VI, 2 x Ammeter VI: AC, DC, 9 rentang, 100 mV hingga 50 V, RMS sejati, AV
➤ 1 x Pengukur daya, 9 rentang, 100 mV hingga 50 V
➤ 1 x VI dengan 8 relai, 1 x Multimeter VI: tampilan multimeter (opsional LM2330, LM2331 atau LM2322) di LabSoft
➤ 1 x 2-channel ammeter VI: AC, DC, rentang 2, 300 mA dan 3 A, TrueRMS, AV
➤ 1 x 2-channel voltmeter VI: AC, DC, 9 rentang, 100 mV hingga 50 V, TrueRMS, AV
➤ 1 osiloskop 2-/4-saluran: lebar pita 10 MHz, rentang waktu 25, 100 ns/div hingga 10 detik/div, rentang 9 20 mV/div hingga 10 V/div, mode pemicu dan pra-pemicu, XY dan XT , fungsi kursor, fungsi penjumlahan dan perkalian untuk 2 saluran
➤ 1 x VI Spectrum Analyzer: 9 rentang tegangan 100 mV hingga 50 V, rentang frekuensi input 3 Hz hingga 1 MHz, tampilan domain waktu
➤ 1 X VI Bode-Plotter: 9 rentang tegangan 100 mV hingga 50 V, rentang frekuensi 1 Hz - 5MHz, tampilan domain waktu dan diagram lokus
➤ 1 x tegangan DC yang dapat disesuaikan VI 0 - 10 V
➤ 1 x Generator fungsi VI: 0,5 Hz - 5 MHz, 0 - 10 V, sinus, persegi, segitiga
➤ 1 x Generator sewenang-wenang VI, 1 x Generator pulsa VI
➤ 1 x VI dengan 16 output digital, 1 x VI dengan 16 x input digital, 1 x VI dengan 16 input/output digital. Mode tampilan: angka biner, hex, desimal dan okta
➤ 1 x Catu daya tiga fase VI, 0 - 150 Hz, 0 - 14 Vrms, 2 A (memerlukan CO4203-2B
➤ 1 x Catu daya DC yang dapat disesuaikan VI, 3 x (-20 V - +20 V), 2 A (membutuhkan CO4203-2B
➤ 1 x VI catu daya tiga fase dengan penyesuaian pergeseran fase dan kecepatan jam tambahan (memerlukan CO4203-2B

## 1.4 Lucas Nulle LabSoft

Lucas Nulle (LabSoft) adalah sebuah perangkat lunak untuk mengontrol mesin uji dan perangkat pengujian lainnya yang digunakan dalam industri otomotif. Lucas Nulle adalah bagian dari Delphi Technologies, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam sistem kendaraan otomotif. Lucas Nulle (LabSoft) digunakan untuk mengendalikan mesin uji dan alat pengujian lainnya, seperti alat uji rem, alat uji roda gigi, dan alat uji motor. Perangkat lunak ini memungkinkan operator untuk mengontrol mesin uji dan alat pengujian, mengumpulkan data pengujian, serta memproses dan menganalisis data tersebut. Selain itu, LabSoft juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan laporan pengujian dan grafik yang memberikan informasi tentang kinerja kendaraan dan komponen-komponennya.



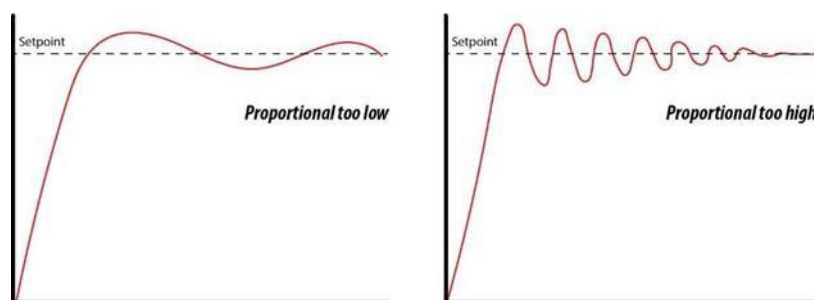
**Gambar 2.10** Labsoft

Hal ini memudahkan para insinyur dan teknisi untuk melakukan perbaikan dan perawatan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja kendaraan. Secara umum, Lucas Nulle (LabSoft) merupakan alat yang sangat penting bagi industri otomotif dalam melakukan pengujian dan pemeliharaan kendaraan agar tetap dalam kondisi optimal.

### 1.4.1 P Controller (Proportional)

Proportional (Proporsional) pada kontrol PID merupakan komponen proporsional yang menghasilkan keluaran kontrol yang proporsional dengan selisih antara set point dan nilai aktual variabel yang dikendalikan. Artinya semakin besar selisih antara set point dan nilai aktual, semakin besar pula keluaran kontrol yang dihasilkan oleh komponen proporsional.

Kontrol proporsional adalah jenis sistem kontrol umpan balik linier yang digunakan dalam rekayasa dan kontrol proses yang menerapkan penyesuaian pada variabel terkontrol yang sebanding dengan perbedaan antara nilai yang diinginkan (setpoint, SP) dan nilai yang dihitung (PV).



**Gambar 2.11** Grafik Proporsional

Rumus yang digunakan pada P

$$y(t) = K_P e(t).$$

dimana,

$y(t)$  = output dari pengontrol

$K_P$  = konstanta proporsional

$e$  = error (error = keadaan ideal — keadaan sekarang)

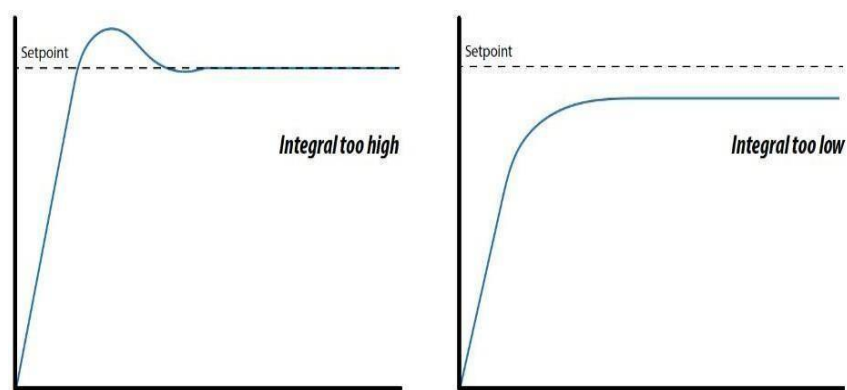
$t$  = waktu

### 1.4.2 Controller (Integral)

Integral pada kontrol PID merupakan komponen integral yang menghasilkan keluaran kontrol yang proporsional dengan integral dari selisih antara set point dan nilai aktual variabel yang dikendalikan sepanjang waktu. Artinya semakin lama selisih antara set point dan nilai aktual bertahan, semakin besar pula keluaran kontrol yang dihasilkan oleh komponen integral. Komponen integral dapat membantu mengatasi kesalahan steady-state pada sistem kontrol, yang dapat terjadi ketika terdapat gangguan atau perubahan pada sistem yang mempengaruhi

nilai aktual variabel yang dikendalikan. Komponen integral juga membantu mengurangi kesalahan steady-state pada sistem kontrol.

Namun, penggunaan komponen integral juga dapat menyebabkan overshoot (lonjakan keluaran) pada sistem kontrol jika tidak diatur dengan benar. Oleh karena itu, komponen integral harus disesuaikan dengan baik dengan komponen proporsional dan diferensial untuk mencapai kontrol yang lebih baik dan stabil pada sistem kontrol.



**Gambar 2.12** Grafik Integral

### 1.4.3 PI Controller (Proportional-Integral Controller)

PI Controller menghasilkan output kontrol berdasarkan perbedaan antara set point dan variabel proses, serta integral dari perbedaan tersebut. Komponen proporsional menghasilkan keluaran berdasarkan perbedaan antara set point dan variabel proses, sedangkan komponen integral menghasilkan keluaran berdasarkan integral dari perbedaan tersebut. PI Controller digunakan untuk mengatasi masalah steady-state error (kesalahan yang tetap terjadi meskipun set point telah dicapai), serta untuk mengatur respon transien (respon dari sistem ketika terjadi perubahan pada set point)

