

**OBJEKTIF**

Objektif Am : Mengenal istilah-istilah umum yang digunakan di dalam kawalan proses

Objektif Khusus : Di akhir unit ini anda sepatutnya dapat:

- ❑ Menakrifkan pemboleh ubah yang digunakan dalam kawalan proses
- ❑ Menyatakan tujuan suatu sistem diwakili dengan gambarajah blok
- ❑ Melukis gambarajah blok elemen-elemen asas kawalan proses
- ❑ Membezakan sistem kawalan gelung tertutup dan terbuka
- ❑ Mengenalpasti gelung suapbalik positif dan negatif
- ❑ Menyenaraikan kebaikan dan keburukan di antara sistem kawalan gelung terbuka dan sistem kawalan gelung tertutup
- ❑ Memberi takrifan sistem kawalan automatik
- ❑ Menyenaraikan kebaikan dan keburukan sistem kawalan automatik



1.0 PENGENALAN

Dalam kehidupan seharian, kita sering berhadapan dengan berbagai proses semulajadi alam seperti hujan, angin, suhu, tekanan dan lain-lain lagi. Kejadian seperti ini terjadi dengan sendiri dan prosesnya dikatakan proses lazim. Daripada kejadian seperti ini manusia mula berfikir serta berminat untuk mengawal dan menyuai tepat parameter-parameter ini untuk kebaikan mereka. Hasilnya beberapa proses yang berguna seperti yang terdapat sehingga ke hari ini. Proses kawalan moden telah menjadi satu bidang teknologi yang berasingan apabila diketahui bahawa prinsip-prinsip dan teknik-teknik kawalan boleh digunakan di dalam proses-proses pengilangan.

Seperti bidang kejuruteraan yang lain, banyak kejayaan baru dari segi teknikal telah dicapai. Teori-teori baru telah dicipta dan pengetahuan ini sangat berguna supaya lebih ramai pakar dalam bidang ini dapat dilahirkan. Jurutera kawalan proses bertugas untuk merekabentuk keseluruhan sistem kawalan proses. Pengetahuan yang mendalam mengenai ciri-ciri pengawal, ciri-ciri gelung kawalan dan kestabilan proses diperlukan. Ahli teknologi kawalan pula bertugas merekabentuk elemen-elemen tertentu dalam gelung kawalan supaya keluaran proses yang dikehendaki tercapai. Pengetahuan yang mendalam tentang pengukuran, sistem pneumatik, elektrik, elektronik dan rekabentuk adalah diperlukan.

Manakala seorang juruteknik kawalan proses pula bertanggungjawab untuk memasang dan menguji elemen-elemen gelung kawalan proses. Dengan itu pengetahuan tentang cara kerja proses secara keseluruhan, pendawaian, elektronik, pneumatik dan alat bengkel adalah perlu.

Kegunaan sistem kawalan automatik di dalam industri memerlukan ramai orang yang mahir di dalam bidang-bidang yang disebutkan seperti jurutera kawalan, ahli teknologi dan juga juruteknik.

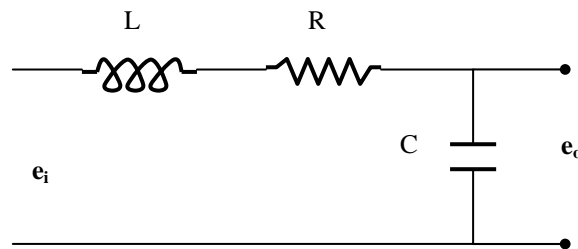
SISTEM KAWALAN ELEKTRIK, PNEUMATIK DAN HIDRAULIK

1.1 KAWALAN ELEKTRIK

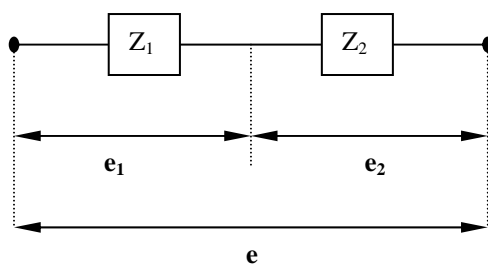
Hukum asas yang menguasai litar elektrik ialah hukum arus dan hukum voltan Kirchoff. Hukum arus Kirchoff, (hukum nod) menyatakan bahawa jumlah aljabar semua arus yang memasuki dan meninggalkan nod adalah sifar. Hukum voltan Kirchoff, (hukum gelung) menyatakan pada mana-mana ketika jumlah aljabar voltan di keliling sebarang gelung dalam litar elektrik adalah sifar. Model matematik litar elektrik boleh diperolehi dengan mengenakan satu atau kedua-dua hukum Kirchoff terhadapnya. Pengkajian terhadap sistem kawalan elektrik melibatkan perintang, pemuat, pearuh dan penguat kendalian.

Contoh 1.1 (a) Litar L-R-C

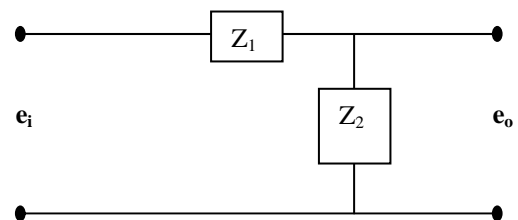
(b) Galangan kompleks



(a) Litar L-R-C



(b) i. Galangan kompleks



(b) ii. Galangan kompleks

1.2 KAWALAN PNEUMATIK

Sebagai bahantara paling cekap untuk menghantar isyarat dan kuasa, bendalir sama ada cecair atau gas, mempunyai penggunaan yang meluas dalam perusahaan. Dalam bidang kejuruteraan, istilah pneumatik memerihai sistem bendalir yang menggunakan udara atau gas manakala hidraulik merujuk kepada yang menggunakan minyak.

SISTEM KAWALAN PNEUMATIK

Pneumatik adalah sistem yang digerakkan dengan menggunakan media udara bertekanan. Perkembangan teknologi yang berterusan telah menyaksikan pembangunan yang drastik dalam sistem kawalan pneumatik tekanan rendah bagi sistem kawalan perusahaan. Di antara sebabnya termasuklah ciri tahan letupan, keperudahan dan mudah senggaraan. Hari ini, perancangan dan pembangunannya dalam bidang automasi membolehkan sistem ini beroperasi untuk menggantikan kerja manusia.

PENGGUNAAN SISTEM PNEUMATIK

- i. Proses perindustrian
- ii. Sistem kawalan kedudukan dan kelajuan
- iii. Sistem brek kenderaan, hon dan hentakan
- iv. Sistem penyemburan air, lift dan pintu automatik.

KEBAIKAN DAN KEKURANGAN SISTEM PNEUMATIK

	Kebaikan	Keburukan
1	Bekalan udara yang tidak terputus-putus	Tidak dapat berperanan sebagai pelincir terhadap bahagian-bahagian yang bergerak.
2	Pengaruh suhu ke atas kelikatan udara amat kecil	Mempunyai ciri masa lengah yang panjang.
3	Tidak memerlukan saluran balik seperti hidraulik. Udara dibebaskan ke atmosfera selepas digunakan	
4	Sistem ini bersih	

1.3 KAWALAN HIDRAULIK

Udara termampat jarang digunakan bagi kawalan berterusan pergerakan peranti yang mempunyai jisim yang berkisar disebabkan oleh daya beban dari luar, kecuali untuk pengawal pneumatik bertekanan

rendah. Bagi kes sebegini sistem pengawal hidraulik biasanya lebih disukai. Dalam bidang kejuruteraan, istilah hidraulik memerihail sistem bendalir yang menggunakan minyak.

SISTEM KAWALAN HIDRAULIK

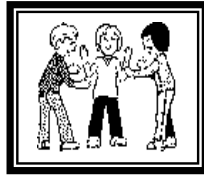
Penggunaan meluas litar hidraulik dalam perkakas mesin, sistem kawalan pesawat udara dan pengendalian yang serupa berlaku kerana faktor seperti kepositifan, kejituan, kebolehlenturan, nisbah kuasa kuda berat yang tinggi permulaan cepat, menghenti dan balikan yang lancar dan tepat dan kepermudahkendalian. Gabungan sistem elektronik dan hidraulik digunakan dengan meluas kerana ia menggabungkan kebaikan kedua-dua kawalan elektronik dan kuasa hidraulik.

PENGGUNAAN SISTEM HIDRAULIK

- i. Stering kuasa dan sistem brek pada kenderaan
- ii. Mekanisma pemanduan kapal-kapal besar
- iii. Sistem kawalan mesin

KEBAIKAN DAN KEKURANGAN SISTEM HIDRAULIK

	Kebaikan	Keburukan
1	Bendalir hidraulik bertindak sebagai pelicin, sebagai tambahan pembawa haba yang sesuai	Kuasa hidraulik tidak mudah terdapat berbanding dengan kuasa elektrik
2	Penggerak hidraulik bersaiz kecil tetapi boleh membina daya atau kilas yang besar	Kos sistem hidraulik lebih tinggi berbanding sistem elektrik untuk fungsi yang serupa
3	Pengerak hidraulik mempunyai laju tindak balas yang lebih tinggi dengan mula, henti dan balikan laju yang pantas	Kebakaran dan bahaya letupan melainkan penggunaan bendalir api digunakan
4	Penggerak hidraulik boleh dikendalikan dalam keadaan berterusan, terputus-putus, membalik dan bertegun tanpa rosak	Minyak tercemar boleh menyebabkan sistem hidraulik tidak boleh berfungsi dengan baik
5	Laju jatuh apabila beban dikenakan adalah kecil memandangkan bocoran yang rendah dalam penggerak	Sistem ini mudah menjadi serabut kerana kesukaran dalam menyenggara sistem hidraulik yang bebas dari kebocoran

**AKTIVITI**

Uji kefahaman anda sebelum meneruskan ke input selanjutnya. Sila semak jawapan anda pada maklumbalas yang disediakan.

- 1.1 Nyatakan hukum-hukum asas yang terdapat dalam sistem elektrik?
- 1.2 Apakah tiga komponen utama dalam sistem elektrik dan lukiskan simbol-simbol yang
- 1.3 Penggunaan meluas dalam perkakasan mesin dan sistem kawalan pesawat udara disebabkan oleh faktor kejituan, kebolehlenturan, dan nisbah kuasa kuda berat yang tinggi. Nyatakan sistem kawalan yang dijelaskan oleh pernyataan tersebut.
- 1.4 Senaraikan penggunaan sistem kawalan pneumatik dan sistem kawalan hidraulik secara praktik.
- 1.5 Nyatakan satu (1) perbezaan utama di antara sistem kawalan pneumatik dan sistem kawalan hidraulik.

**MAKLUM BALAS**

1. 1 Hukum Kirchoff arus dan hukum Kirchoff voltan

1.2

- i. Perintang
- ii. Pemuat
- iii. Pearuh

1.3 Sistem kawalan hidraulik.

1.4 Penggunaan sistem pneumatik

- i. Proses perindustrian
- ii. Sistem kawalan kedudukan dan kelajuan
- iii. Sistem brek kenderaan, hon dan hentakan
- iv. Sistem penyemburan air, lift dan pintu automatik.

Penggunaan Sistem Hidraulik

- i. Stering kuasa dan sistem brek pada kenderaan
- ii. Mekanisma pemanduan kapal-kapal besar
- iii. Sistem kawalan mesin

1.5 Sistem pneumatik menggunakan medium udara bertekanan dan sistem hidraulik menggunakan minyak.



1.4 ISTILAH-ISTILAH UMUM KAWALAN PROSES

Di dalam bahagian ini kita akan memberi tumpuan terhadap istilah-istilah yang biasa digunakan dalam kawalan proses.

Sistem kawalan suapbalik. Sistem kawalan suapbalik merupakan sebuah sistem di mana keluaran sentiasa dibandingkan dengan titik set masukan dan perbezaan di antara nilai tersebut dijadikan asas untuk kawalan.

Sistem kawalan servo. Sistem kawalan servo merupakan sebuah sistem kawalan suapbalik di mana keluarannya adalah kedudukan, halaju atau pecutan.

Sistem kawalan proses. Sistem kawalan proses merupakan sebuah sistem penyuaitepatan (kawalan automatik) di mana pembolehubah keluarannya berupa suhu, tekanan, aliran, paras, nilai pH atau sebagainya.

Proses. Proses adalah suatu saling tindak yang kompleks yang mengandungi aksi dan reaksi mengikut aturcara yang tertentu.

Pembolehubah. Pembolehubah ialah sebarang parameter fizikal seperti suhu, tekanan, paras, kadar aliran dan sebagainya.

Pembolehubah dinamik. Pembolehubah dinamik ialah sebarang parameter fizikal yang boleh berubah nilainya secara spontan atau melalui pengaruh luar.

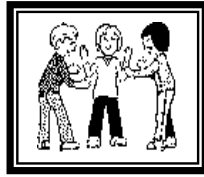
Penyuaitepatan. Penyuaitepatan adalah suatu operasi untuk menetapkan berbagai nilai pembolehubah dinamik kepada nilai yang dikehendaki atau berhampirannay.

Proses pembolehubah tunggal. Proses pembolehubah tunggal proses yang mempunyai satu pembolehubah sahaja.

Proses pembolehubah majmuk. Proses pembolehubah majmuk adalah proses yang mengandungi lebih dari satu pembolehubah.

Kawalan proses. Kawalan proses merupakan suatu tindakbalas fizikal di dalam satu proses di mana satu masukan (bahan mentah) boleh menghasilkan beberapa keluaran yang ditetapkan.

Kawalan proses lazim. Kawalan proses lazim adalah suatu operasi yang menyuaitepat berbagai ciri fizikal yang berlaku dengan sendiri. Contohnya ialah penyuaitepatan suhu dalam badan, perjalanan darah dalam badan, sistem perpeluhan dan sebagainya.

**AKTIVITI**

Uji kefahaman anda sebelum meneruskan ke input selanjutnya. Sila semak jawapan anda pada maklumbalas di halaman berikutnya.

1. 6 Dalam lajur 1 terdapat takrifan-takrifan yang terdapat dalam kawalan proses. Lajur 2 ialah pembolehubah-pembolehubah yang berkaitan dengan takrifan tersebut. Padankan butiran dalam lajur 2 ke dalam ruang-ruang kosong dalam lajur 1. Setiap istilah boleh digunakan sekali atau tidak digunakan langsung.

Lajur 1

Parameter fizikal yang boleh berubah secara spontan.



Nilai pembolehubah yang dikehendaki dalam suatu proses.



Perbezaan antara nilai diukur dengan nilai titik set.



Sistem kawalan suapbalik di mana keluarannya adalah halaju dan pecutan.



Keluarannya dibandingkan dengan titik set dan dijadikan asas kawalan.

Lajur 2

A Kawalan suapbalik

B Proses

C Pembolehubah dinamik

D Sistem servo

E Ralat

F Gangguan

H Titik set



MAKLUM BALAS

1.6

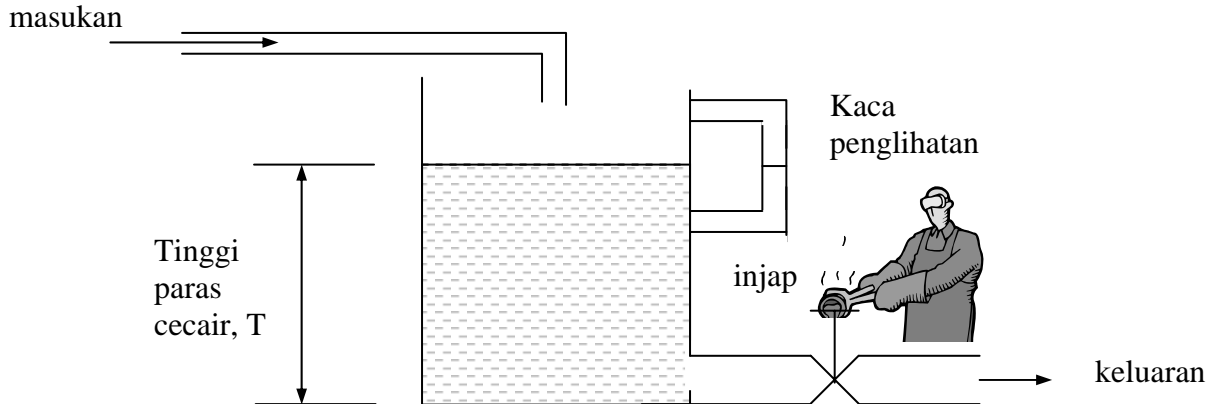




INPUT

1.5 ELEMEN-ELEMEN ASAS DALAM KAWALAN PROSES

Di dalam bahagian ini anda akan di dedahkan kepada contoh-contoh yang berkaitan dengan sistem kawalan proses.



Gambarajah di atas menunjukkan seorang operator mengawal kadar aliran cecair keluaran dengan membuka atau menutup injap dan pada ketika yang sama memerhatikan paras cecair di dalam tangki melalui kaca penglihatan. Cecair di dalam tangki tersebut masuk melalui paip masuk.

Dalam kawalan sistem ini:

- I. Proses ialah kombinasi cecair, tangki, cecair masukan dan cecair keluaran.
- II. Pembolehubah dinamik ialah paras di dalam tangki.
- III. Penyuaitepatan ialah penentuan paras cecair pada satu nilai yang dikehendaki.

Jika pada satu ketinggian, T , injap keluaran dilaraskan supaya kadar aliran keluaran sama dengan kadar aliran masukan dan keadaan ini berterusan, ketinggian paras, T tidak berubah.

Apabila gangguan berlaku kepada aliran masukan di mana aliran masukan melebihi aliran keluaran, paras cecair akan meningkat. Sekiranya tidak ada operator untuk mengawal injap

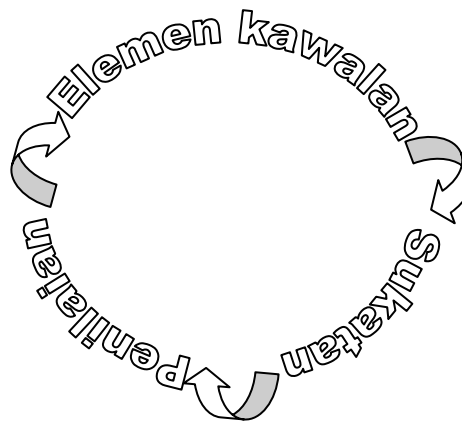
supaya paras dikembalikan ke nilai T , air akan terus melimpah keluar. Sistem ini dinamakan **Sistem Gelung Terbuka**.

Jika ada operator untuk mengawal injap keluaran supaya ketinggian paras dikembalikan pada nilai T, maka keadaan adalah terkawal. Ini kerana operator menyuapbalik maklumat paras melalui pemerhatian dan kemudian mengambil kira perbezaan paras untuk bertindak (mengawal). Sistem ini dipanggil **Sistem Gelung Tertutup**. Semua sistem gelung tertutup mempunyai suapbalik.

Dalam hal ini terdapat tiga istilah penting yang digunakan untuk pengawalan :

- a. Sukatan
- b. Penilaian
- c. Elemen Kawalan

Gambarajah berikut menjelaskan susunatur untuk ketiga-tiga istilah dalam suatu proses.



a. SUKATAN

Pembolehubah dinamik disukat supaya nilainya dapat dibandingkan dengan nilai titik set. Nilai sukatan adalah dalam voltan, arus, tekanan dan sebagainya. Selalunya suatu transducer digunakan untuk sukatan awal dan sukatan ini ditukarkan kepada isyarat-isyarat tertentu (signal conditioning)

b. PENILAIAN

Sukatan diteliti untuk menentukan tindakan jika perlu. Penelitian ini dilakukan oleh pengawal yang memproses isyarat pneumatik, elektronik atau menggunakan komputer.

Penilaian mengandungi satu perbandingan antara nilai titik set dengan nilai yang disukat dan kemudiannya mengeluarkan tindakan supaya nilai pembolehubah dapat dikembalikan ke titik set.

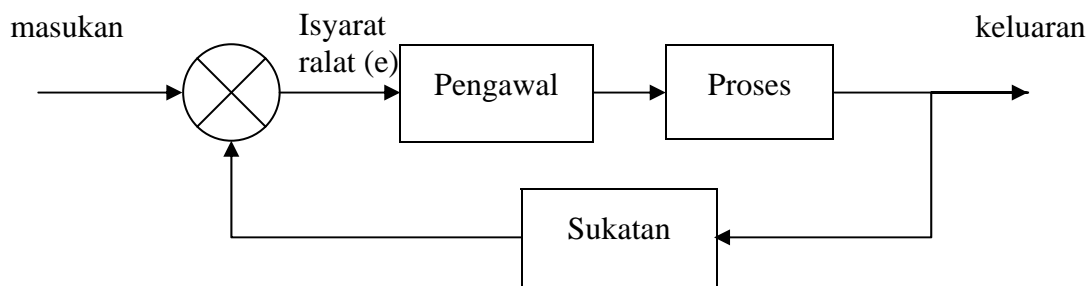
c. ELEMEN KAWALAN

Elemen yang terakhir dalam gelung kawalan ialah elemen kawalan terakhir (final control element) yang bertujuan untuk menetapkan perubahan yang dikehendaki supaya nilai pembolehubah dikembalikan ke titik set. Elemen ini menerima isyarat masukan dari pengawal dan isyarat ini diubahsuai kepada gerakan yang dikehendaki dalam proses. Contoh ialah alat pemanas, injap, alat pembesar, motor dan lain-lain lagi.

1.6 GAMBARAJAH BLOK ELEMEN-ELEMEN ASAS KAWALAN PROSES

Untuk memudahkan analisa kawalan proses selalunya elemen-elemen di dalam gelung kawalan digambarkan sebagai satu blok. Gambarajah blok ialah perwakilan bergambar fungsi yang dilakukan oleh setiap komponen dan aliran isyarat. Ianya bertujuan untuk memudahkan sistem dianalisa sebagai suatu interaksi di antara system-system yang lebih kecil dan memudahkan rekaan sistem-sistem kecil apabila ciri keseluruhan sistem diketahui.

Gambarajah blok di bawah menerangkan gelung kawalan proses yang mengandungi elemen asas seperti pengawal elemen kawalan terakhir, proses dan sukatan.



Gambarajah blok sebuah gelung kawalan proses

Masukan / Rujukan: Isyarat yang disuap kepada sistem dan dikenali juga sebagai rujukan atau titik set.

Isyarat Ralat: Perbezaan di antara isyarat masukan dan isyarat suapbalik / keluaran.

Pengawal: Peranti yang mengawal proses sesuatu sistem dan bertindak terhadap isyarat ralat untuk mengurangkan ralat bagi mengeluarkan keluaran seperti yang dikehendaki.

Proses: Satu proses yang berterusan yang terdiri daripada pergerakan-pergerakan yang dikawal secara sistematik untuk menghasilkan keputusan yang tertentu.

Keluaran: Biasanya terdiri daripada pembolehubah seperti suhu, tekanan, halaju dan lain-lain.

Elemen Pengukuran / Sukatan: Peranti yang digunakan untuk mengukur isyarat keluaran.

PERBEZAAN ANTARA SISTEM KAWALAN GELUNG TERBUKA DAN GELUNG TERTUTUP

	Sistem Kawalan Gelung Buka	Sistem Kawalan Gelung Tertutup
1	Sistemnya mudah	Pembinannya lebih kompleks
2	Ketepatannya ditentukan dengan penentukuran (calibration) elemennya	Ketepatannya lebih tinggi
3	Sistem tidak mempunyai masalah dengan ketidakseimbangan	Ketidak linearan dapat dikurangkan

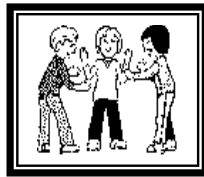
PENGGUNAAN SISTEM

a) Gelung terbuka

- I. Mesin basuh
- II. pemanas
- III. Lampu dll

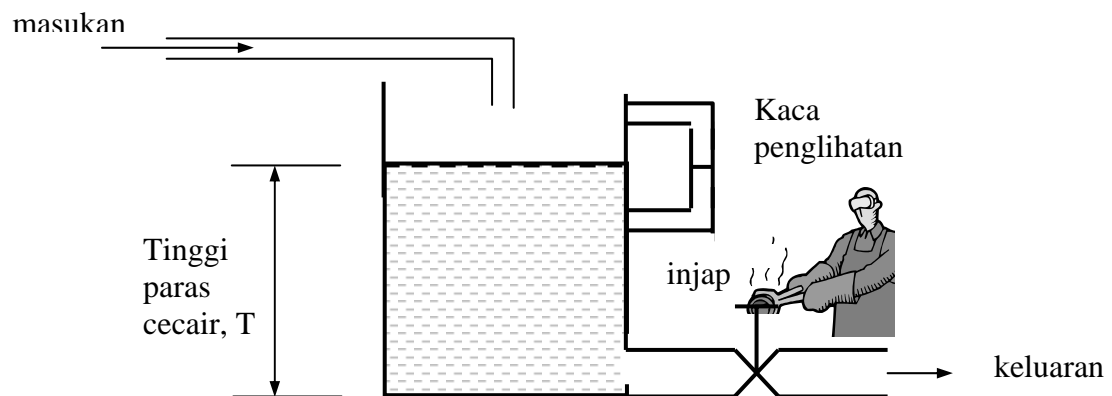
b) Gelung tertutup

- i. lampu trafik
- ii. Pendingin udara
- iii. saterika

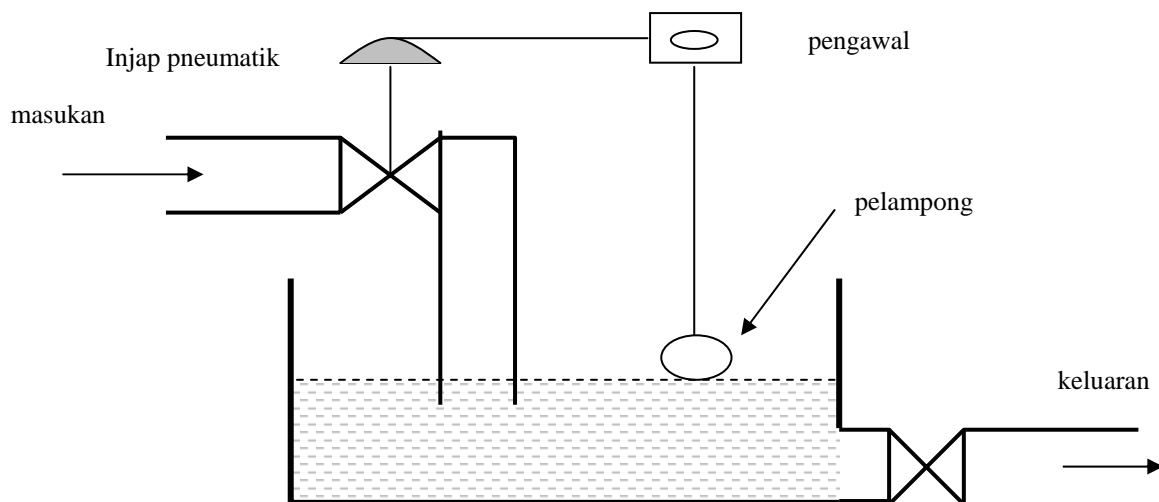
**AKTIVITI**

Uji kefahaman anda sebelum meneruskan input selanjutnya. Sila semak jawapan anda pada yang disediakan.

- 1.7 Berdasarkan rajah di bawah, tentukan parameter yang mewakili proses, pembolehubah dinamik dan penyuaitepat.



- 1.8 Nyatakan dan terangkan dengan ringkas tiga istilah penting yang digunakan dalam pengawalan.
- 1.9 Nyatakan tujuan gambarajah blok.
- 1.10 Lukiskan gambarajah blok kawalan proses yang mengandungi pengawal, proses, sukatan, masukan, keluaran dan ralat.
- 1.11 Berdasarkan gambarajah dibawah huraikan proses kawalan yang berlaku serta lukiskan gambarajah blok bagi sistem tersebut

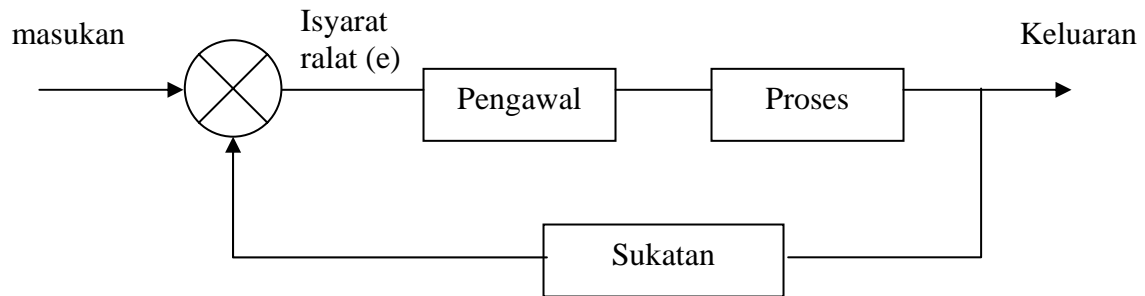


- 1.7
- i. Proses - cecair, tangki, cecair masukan dan cecair keluaran.
 - ii. Pembolehubah dinamik – tinggi paras cecair, T
 - iii. Penyuaitepatan – kotak kaca penglihatan
- 1.8
- a. Sukatan – merupakan pembolehubah dinamik yang diukur dan dibandingkan dengan titik set.
 - b. Penilaian – mengandungi satu perbandingan di antara titik set dengan nilai yang diukur.
 - c. Elemen kawalan – mempunyai tujuan untuk menetapkan perubahan yang berlaku dan mengembalikan nilai pembolehubah ke titik set.

AKTIVITI 1e

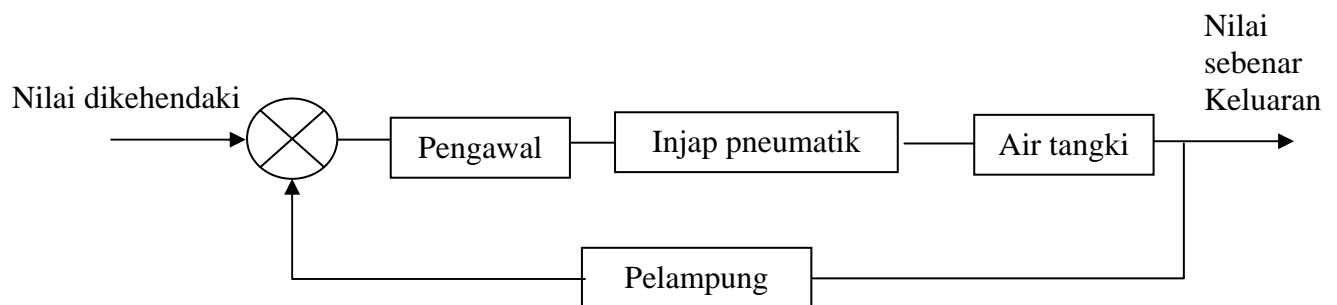
- 1.9
- i. Untuk membolehkan sistem kawalan proses boleh dianalisa sebagai suatu interaksi di antara sistem-sistem yang lebih kecil dan mudah.
 - ii. Untuk memudahkan rekaan sistem-sistem kecil (subsistem) bila ciri keseluruhan sistem diketahui.

1.10



- 1.11 Dalam sistem di atas pengawal akan mengimbangkan paras cecair dalam tangki dengan membandingkan paras cecair tersebut dengan masukan dan membetulkan sebarang ralat dengan mengawal bukaan injap pneumatik.

Berikut adalah gambarajah blok bagi pengawal tersebut:





1.7 KAWALAN PROSES GELUNG TERBUKA DAN GELUNG TERTUTUP

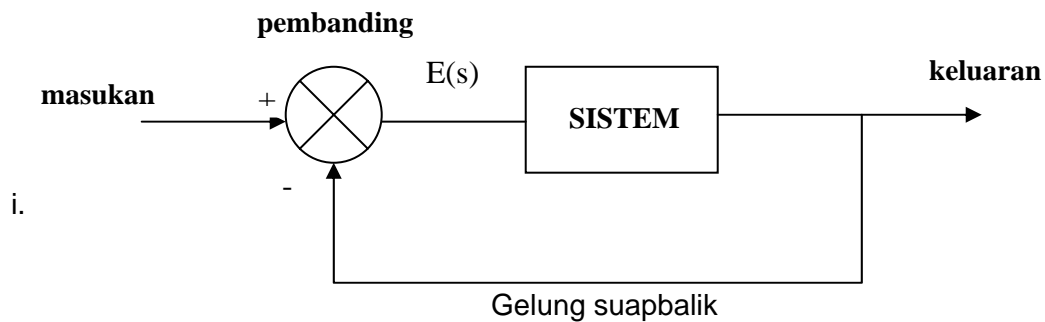
Pengkajian yang dilakukan di dalam bidang kejuruteraan kawalan membolehkan sistem kawalan diklasifikasikan kepada dua.

- Sistem kawalan gelung terbuka
- Sistem Kawalan gelung tertutup

Sistem Kawalan Gelung Buka. Sistem di mana keluarannya tidak memberikan kesan ke atas tindakan kawalan di namakan *sistem kawalan gelung buka*. Dengan lain perkataan, tindakan kawalan bagi sesuatu sistem tidak bergantung kepada keluarannya.



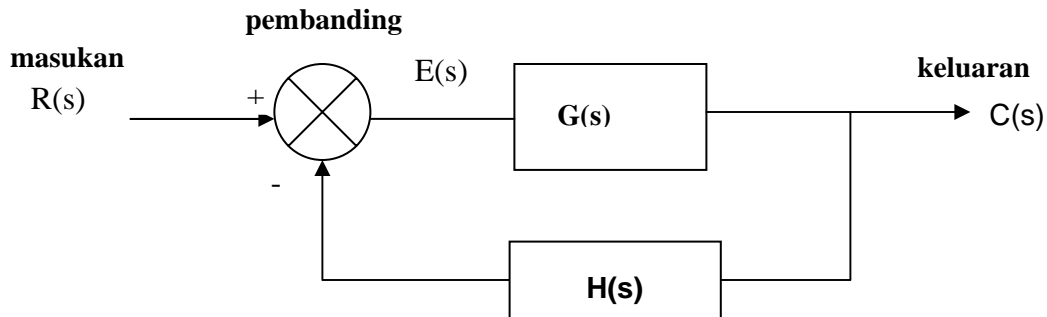
Sistem Kawalan Gelung Tertutup. Sistem kawalan suapbalik seringkali dirujuk sebagai *sistem kawalan gelung tertutup*. Dalam keadaan praktik, istilah kawalan suapbalik dan kawalan gelung tertutup sering digunakan bertukar ganti.



Terdapat DUA (2) jenis gelung suapbalik iaitu:

- i. Suapbalik positif
- ii. Suapbalik negatif

Contoh : Gambarajah blok sebuah sistem gelung tertutup suapbalik negatif.



Gambarajah blok sebuah gelung kawalan proses

Keluaran $C(s)$ didapati dengan mendarab masukan, $E(s)$ dengan $G(s)$. Manakala $E(s)$ didapati dengan mendapatkan perbezaan di antara masukan, $R(s)$ dengan hasil darab keluaran dan gandaan tetap, $H(s)$.

$$C(s) = E(s) G(s) \dots\dots\dots (i)$$

$$E(s) = R(s) - C(s)H(s)\dots\dots\dots (ii)$$

Masukan (ii) ke dalam (i)

$$C(s) = [R(s) - C(s) H(s)]G(s)$$

$$C(s) = R(s)G(s) - C(s) H(s) G(s)$$

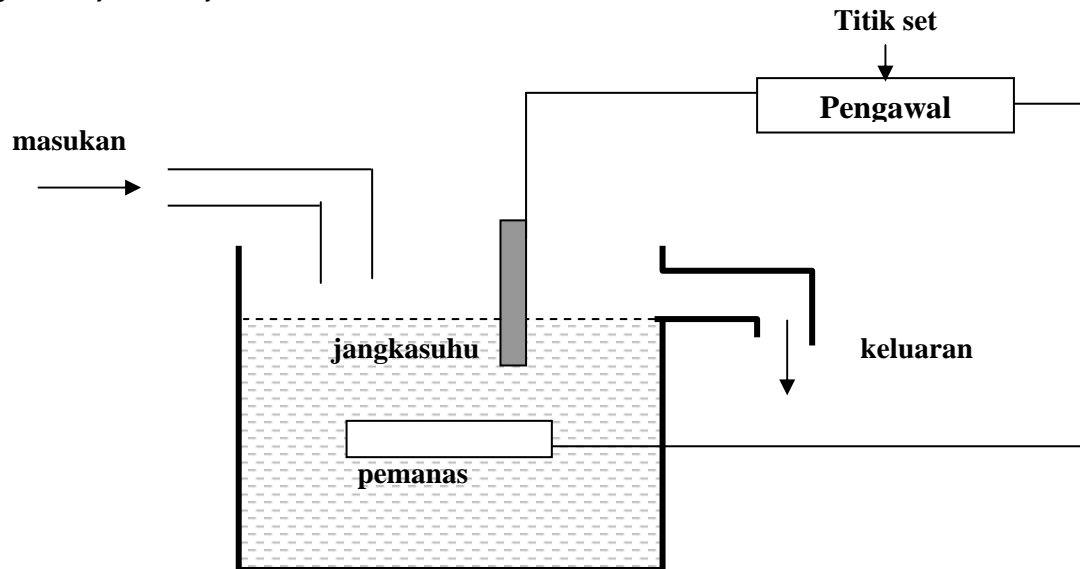
$$C(s)[1 + H(s) G(s)] = R(s) G(s)$$

$$C(s) = \frac{G(s)}{1 + H(s) G(s)}$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 + H(s) G(s)}$$

$C(s)/R(s)$ adalah fungsi pemindahan sistem gelung tertutup dengan suapbalik negatif.

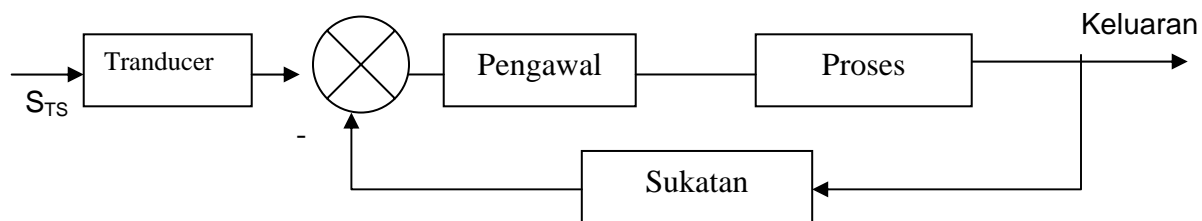
Contoh: Gambarajah 1.4.1 menunjukkan gambarajah skematik sebuah sistem kawalan suhu automatik. Lukiskan gambarajah bloknnya.



GAMBARAJAH 1.4.1

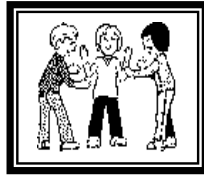
Untuk mendapatkan gambarajah blok;

Pertama kita mesti mengetahui pembolehubah dinamik sistem misalnya, bagi proses di atas ialah suhu. Suhu disukat oleh jangkalasuhu rintangan dan nilainya diubahsuai oleh tranducer kepada nilai rintangan. Nilai rintangan ini dimasukkan ke titik perbandingan. Kemudian nilai rintangan titik set dan nilai yang disukat dibandingkan. Perbezaan yang didapati dari bandingan ini dinamakan isyarat ralat. Isyarat ralat disampaikan ke pengawal yang menentukan tindakan elemen kawalan terakhir iaitu pemanas. Pemanas akan mengawal suhu cecair mengikut isyarat yang diterima dari pengawal suhu.



Gambarajah blok bagi sistem kawalan automatik

Nota: Mulai sekarang apabila istilah pembolehubah dinamik digunakan, ia akan membawa erti pembolehubah dinamik dan istilah ralat akan membawa erti isyarat ralat.



AKTIVITI

Uji kefahaman anda sebelum meneruskan ke INPUT selanjutnya. Sila semak jawapan anda pada maklumbalas yang disediakan.

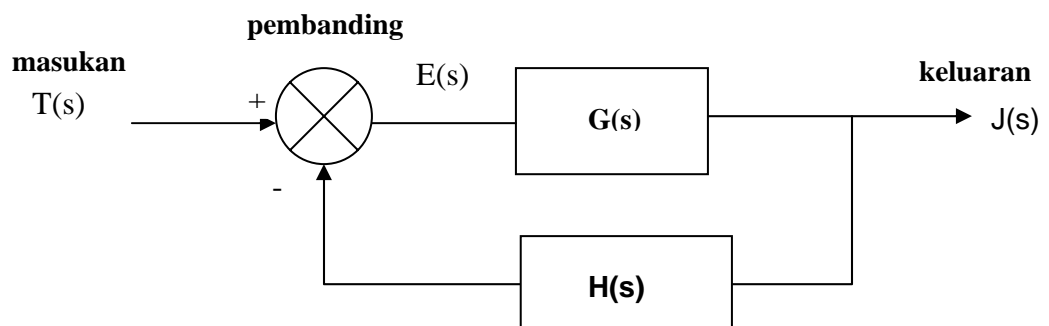
1.12 Item ini terdiri daripada peralatan yang digunakan seharian. Sila nyatakan samada peralatan tersebut menggunakan sistem kawalan **gelung terbuka** atau **gelung tertutup**.

1. Cerek elektrik
2. Mesin basuh
3. Pembakar roti
4. Seterika elektrik
5. Pendingan udara
6. Pam tandas
7. Sistem kawalan kapalterbang
8. Pendarat kapalterbang secara automatik
9. kawalan radar dan meriam

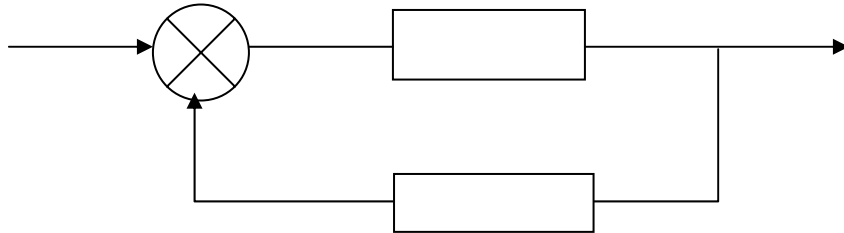
1.13 Buktikan nisbah keluaran terhadap masukan bagi gambarajah blok di bawah adalah

$$\frac{J(s)}{T(s)} = \frac{G(s)}{1 - G(s)H(s)}$$

$$\frac{J(s)}{T(s)} = \frac{G(s)}{1 - G(s)H(s)}$$



- 1.14 Gambarajah dibawah menunjukkan gambarajah blok bagi sistem bersuapbalik negatif. Labelkan isyarat masukan (r), isyarat ralat (e), isyarat keluaran (c), isyarat suapbalik (b) dan G dan H adalah gandaan tetap.





MAKLUM BALAS

1.12

1. Gelung terbuka
2. Gelung terbuka
3. Gelung terbuka
4. Gelung terbuka
5. Gelung tertutup
6. Gelung tertutup
7. Gelung tertutup
8. Gelung tertutup
9. Gelung tertutup

1.13

$$J(s) = E(s) G(s) \dots\dots\dots (i)$$

$$E(s) = R(s) - J(s)H(s)\dots\dots\dots (ii)$$

Masukan (ii) ke dalam (i)

$$J(s) = [T(s) - J(s) H(s)]G(s)$$

$$J(s) = T(s)G(s) - J(s) H(s) G(s)$$

$$J(s)[1 + H(s) G(s)] = T(s) G(s)$$

$$\frac{J(s)}{T(s)} = \frac{G(s)}{1 + H(s) G(s)}$$

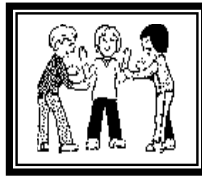


1.8 SISTEM KAWALAN AUTOMATIK

Sistem kawalan automatik ialah satu sistem kawalan di mana nilai pembolehubah yang dikawal seperti suhu, tekanan, kadar aliran, paras dan lain-lain dibandingkan dengan nilai titik set pembolehubah. Kemudian gerakan pembetulan diambil supaya ralat dikecilkan. Dalam keseluruhan sistem ini manusia tidak campur tangan. Semua sistem kawalan automatik adalah sistem gelung tertutup yang mempunyai suapbalik (feedback).

Kegunaan sistem kawalan automatik semakin meluas di dalam industri dan mempunyai banyak kebaikan. Di antaranya ialah:

- I. Mengurangkan kos pengeluaran dengan mengurangkan bilangan pekerja.
- II. Menghasilkan keluaran yang bermutu tetap.
- III. Meningkatkan kadar pengeluaran dan kecekapan.
- IV. Boleh digunakan di tempat yang merbahaya dan yang tidak boleh dicapai oleh manusia seperti di dasar laut, planet dan sebagainya.
- V. Komputermikro yang murah boleh digunakan dalam proses kawalan automatik.
- VI. Memberikan kesenangan serta kemudahan kepada manusia seperti mesin basuh automatik, penghawa dingin dan lain-lain.

**AKTIVITI**

Uji kefahaman anda sebelum meneruskan ke INPUT selanjutnya. Sila semak jawapan anda pada maklumbalas yang disediakan.

- 1.15 Berikan definisi sistem kawalan automatik.
 - 1.16 Nyatakan kebaikan dan keburukan sistem kawalan automatik.
 - 1.17 Senaraikan EMPAT (4) sistem kawalan automatik yang digunakan didalam sektor perindustrian.
-

**MAKLUM BALAS**

1.15 Sistem kawalan automatik ialah satu sistem kawalan di mana nilai pembolehubah yang dikawal seperti suhu, tekanan, kadar aliran, paras dan lain-lain dibandingkan dengan nilai titik set pembolehubah.

1.16 Kebaikan dan keburukan sistem kawalan automatik

	KEBAIKAN	KEBURUKAN
1	Mengurangkan kos pengeluaran dengan mengurangkan bilangan pekerja.	Mengurangkan peluang pekerjaan kepada manusia.
2	Menghasilkan keluaran yang bermutu tetap.	Kos penyelenggaraan yang tinggi.
3	Meninggikan kadar pengeluaran dan kecekapan.	

1.17

1. pengawalan mutu barang-barang buatan kilang
2. pengautomatan
3. pengawalan sistem memesin
4. sistem berkomputer
5. sistem pengangkutan
6. teknologi moden bagi angkasa
7. sistem senjata moden
8. robotik
9. sistem pembuatan

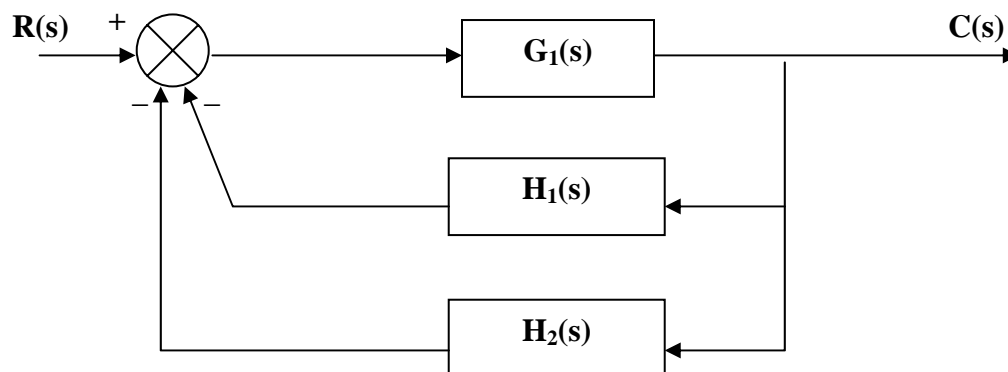


PENILAIAN KENDIRI

ANDA telah menghampiri kejayaan. Sila cuba semua soalan dalam penilaian sendiri ini dan semak jawapan anda pada *maklumbalas* yang disediakan. Jika ada masalah yang timbul, sila berbincang dengan pensyarah anda. Selamat mencuba semoga BERJAYA!!!.

Arahan : Jawab semua soalan

1. Apakah yang dimaksudkan dengan Sistem Kawalan Suapbalik?
2. Nyatakan 2 (DUA) jenis Sistem Kawalan Suapbalik.
3. Dengan bantuan gambarajah, lukis dan labelkan gambarajah blok sistem kawalan suapbalik positif dan sistem kawalan suapbalik negatif



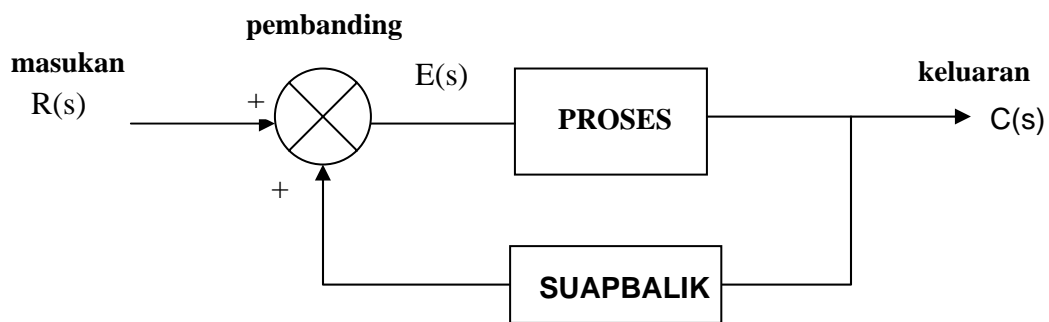
4. Dapatkan rangkap pindah keseluruhan bagi gambarajah blok di atas dengan menggunakan teknik pengurangan rajah blok.



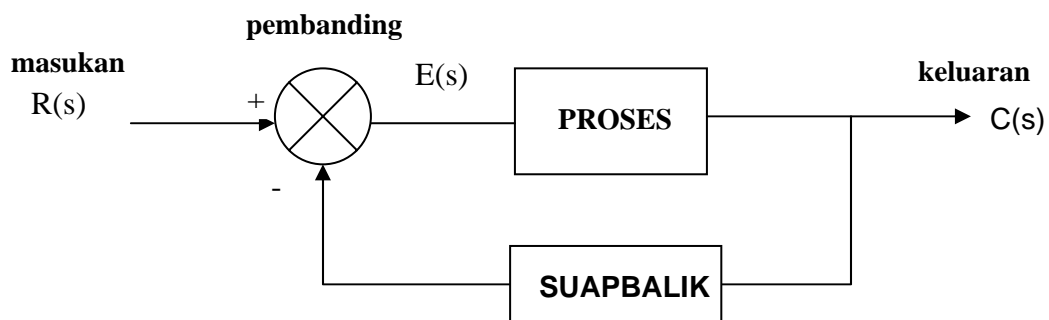
MAKLUM BALAS KENDIRI

1. Sistem kawalan suapbalik ialah suatu sistem di mana keluarannya akan disuapbalik bagi tujuan perbandingan jika terdapat sebarang perubahan pada prosesnya.
2.
 - i. Gelung tertutup
 - ii. Gelung terbuka.

3

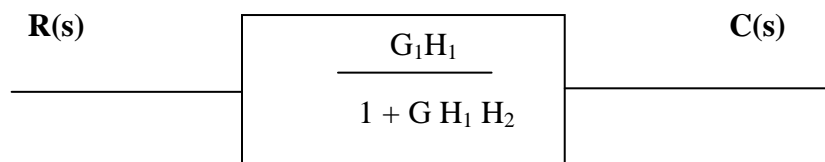


Gambarajah blok suapbalik positif



Gambarajah blok suapbalik positif

4.



$$C(s) / R(s) = G_1 H_1 / (1 + G H_1 H_2)$$