

## SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA MESIN-MESIN INDUSTRI UNTUK PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI KERJA

Mohamad Imam Gunawan  
Program Studi Teknik Informatika Politeknik TEDC Bandung  
E-mail: [imam.gunawan@gmail.com](mailto:imam.gunawan@gmail.com)

### Abstrak

Perkembangan teknologi dewasa ini sudah cukup maju. Teknologi terbukti dapat membantu manusia untuk menyelesaikan pekerjaannya dengan lebih cepat dan mudah. Hal ini terutama dipicu oleh perkembangan pesat di bidang kontrol, elektronika dan komputer, dimana saat ini elektronika dan komputer banyak dipakai untuk mengendalikan suatu peralatan elektro-mekanik secara otomatis, termasuk didalamnya adalah mesin-mesin industri. Disamping meringankan beban kerja manusia, teknologi juga dapat meningkatkan kapasitas produksi dan menjaga konsistensi mutu produk. Tak terkecuali dalam proses produksi kain yang diolah dari bahan baku kapas, sampai akhirnya menjadi produk kain, tidak lepas dari peran teknologi. Mesin-mesin produksi di industri tekstil telah menerapkan teknologi kontrol berbasis elektronika, komputer dan perangkat lunak untuk mengendalikan mesin-mesin produksi tersebut untuk bekerja secara otomatis, dengan sedikit mungkin campur tangan manusia, tetapi dengan tetap menjaga kapasitas produksi dan mutu produk yang tinggi. Ada tiga jenis sistem kendali yang sering diimplementasikan di mesin-mesin industri, yaitu: Sistem Kendali Proportional, Proportional Integral, dan Proportional Integral Derivative. Masing-masing jenis tersebut mempunyai karakteristik khas tersendiri. Dari ketiganya, yang biasa dipilih adalah jenis sistem kendali Proportional Integral Derivative karena sistem kendali jenis ini yang dinilai paling sesuai dengan proses produksi dan jenis pekerjaan yang akan ditangani mesin-mesin industri.

Katakunci : Sistem Kendali, Otomatis, Mesin, Industri, Tekstil, *Proportional Control*, *Proportional Integral Control*, *Proportional Integral Derivative Control*, Efektivitas Kerja, Efisiensi Kerja.

### Abstract

*The development of today's technology is quite advanced. It is proven that the technology can help people to get the job done more quickly and easily. This was mainly driven by the rapid development in the field of control, electronics and computers, which is currently it has been widely used to automatically control an electro-mechanical equipments, including the industrial machines. Not only ease the burden on human labor, technology also can increase the production capacity and maintain consistency of product quality. Also in the fabric production process of which is processed from raw materials of cotton, until finally becoming fabric products, can not be separated from the role of technology. Production machines in the textile industry have implemented the technology of control based on the use of electronics, computers and software for controlling the production machines to work automatically, with little human intervention as possible, but with still maintaining the production capacity and higher the product quality. There are three types of control systems, they have been implemented often in the machinery industry, namely: Proportional Control Systems, Proportional Integral and Proportional Integral Derivative. Each of these types has its own distinctive characteristics. Among the three, Proportional Integral Derivative control system is the most commonly chosen as the industrial control system, since it is considered as the most appropriate system that best fit the production process requirements and fleksible to the type of work to be accomplished by an industrial machine.*

Keyword : Control System, Automated, Engineering, Industry, Textiles, *Proportional Control*, *Proportional Integral Control*, *Proportional Integral Derivative Control*, Work Effectiveness, Efficiency Work

## 1. Pendahuluan

Kain merupakan produk hasil dari industri tekstil yang akan terus dibutuhkan selama masih ada umat manusia di muka bumi, untuk memenuhi kebutuhan sandang mereka yang terus meningkat setiap tahunnya. Proses produksi kain dimulai dari bahan baku kapas yang dipintal menjadi benang dalam berbagai macam ukuran. Benang-benang tersebut kemudian digulung dalam beberapa ukuran berat dan panjang tertentu, kemudian akan ditenun menjadi kain. Selanjutnya kain ini menjadi bahan baku utama bagi industri garment untuk dibuat menjadi berbagai macam produk sandang.

Penggunaan cara-cara tradisional dalam proses produksi kain yang banyak mengandalkan tenaga manusia, dan alat-alat produksi manual, untuk industri tekstil, dirasa kurang optimal. Faktor alamiah manusia seperti terbatasnya waktu dan tenaga, jumlah dan kemampuan SDM yang beragam, membuat proses produksi berjalan kurang optimal. Cara-cara manual juga ikut menyumbang pada rendahnya tingkat produktivitas dan inkonsistensi mutu produk. Oleh karena itu dibutuhkan mesin-mesin produksi yang dapat bekerja secara otomatis, siang dan malam, dengan efisiensi dan efektifitas kerja yang lebih baik dan mutu produk yang lebih konsisten. Untuk dapat melakukan hal tersebut, mesin-mesin produksi perlu dilengkapi dengan sistem kendali yang secara otomatis akan mengatur siklus kerja mesin sedemikian sehingga target-target tersebut dapat dicapai. Peran manusia dalam hal ini terbatas pada supervisi mesin.

Implementasi dari sistem kendali otomatis pada mesin produksi tekstil memungkinkan satu mesin untuk dapat melakukan bermacam jenis pekerjaan yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan produksi. Contohnya: mesin penggulung benang, dimana siklus kerja penggulangan benang dapat diprogramkan oleh operator, meliputi jenis benang, berat tiap paket gulungan, kualitas benang yang harus dijaga, dan lain-lain.

### A. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan jurnal ini adalah untuk membahas hasil penelitian terhadap contoh implementasi dari teori sistem kendali otomatis pada mesin produksi di industri tekstil, yang dengan kendali tersebut, diharapkan mampu mempermudah proses kerja dan juga meningkatkan mutu hasil pekerjaan. Disamping itu, proses produksinya juga dapat berjalan secara optimal dan efisien.

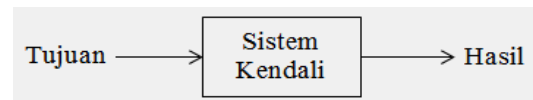
### B. Metodologi Penelitian

Metoda yang dipakai dalam melakukan penelitian ini yaitu dengan cara terlibat langsung dalam proses produksi dari sebuah perusahaan tekstil. Obyek pengamatannya berupa mesin-mesin penggulung benang yang terdapat di Departemen Spinning, PT Primissima, Yogyakarta.

Selain pengamatan, bahan kajian lainnya didapat dari studi literatur dari beberapa buku tentang sistem kendali otomatis, khususnya pembahasan tentang implementasi dari sistem kendali tersebut pada mesin-mesin industri. Disamping itu juga dari dokumentasi teknis dari mesin-mesin yang diamati.

## 2. Landasan teori

Komponen dasar sistem kendali adalah: (1) Tujuan yang ingin dicapai, (2) Sistem kendali itu sendiri, (3) Hasil yang diperoleh dari aksi pengendalian.



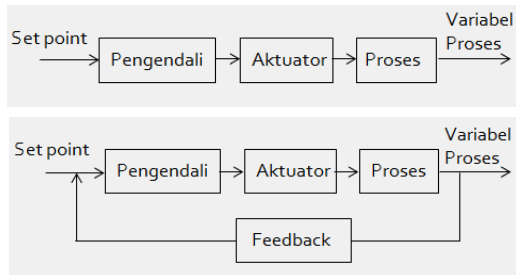
Gbr. 1. Komponen Dasar Sistem Kendali

Secara teknis, tujuan bisa diidentifikasi sebagai *input*, *set point*, nilai referensi, *actuating signal*, atau *u*. Sedangkan hasil bisa disebut sebagai *output*, variabel proses, parameter yang diamati, *controlled variable*, atau *y*. Sedangkan komponen sistem kendali itu sendiri terdiri dari 3 (tiga) bagian yang memungkinkan sistem kendali bisa bekerja dengan baik, yaitu: sistem sensor, sistem pengendali dan sistem penggerak:

- Sistem sensor, merupakan satu atau lebih system indera yang bertugas membaca parameter-parameter output yang diamati, seperti sensor berat, sensor suhu, dan sensor tekanan.
- Sistem pengendali, merupakan sistem komputer yang bekerja memproses nilai output dan nilai referensinya, juga mengendalikan sebuah proses dengan cara-cara tertentu sehingga proses tersebut dapat menghasilkan luaran sesuai dengan yang diharapkan.
- Sistem penggerak (aktuator), pada prinsipnya adalah sistem perangkat keras, bisa berupa sistem elektrikal, pneumatik, hidrolik, mekanikal, atau kombinasi dari keempatnya, yang diatur oleh sistem pengendali untuk merespon masukan yang telah diprogramkan. Contoh diantaranya: sistem pendingin, sistem pompa, sistem motor penggerak, dan lain-lain.

Menurut [Kuo, 2010], ada dua bentuk sistem kendali, yang biasa dipakai untuk mengendalikan sebuah proses:

- *Open Loop Control System*, yaitu sistem kendali yang menggunakan aktuator untuk mengendalikan suatu proses secara langsung tanpa sistem feedback.
- *Closed Loop Control System*, yaitu sistem kendali yang menggunakan aktuator untuk mengendalikan suatu proses dengan menyertakan sistem feedback.



Gbr. 2. Sistem Kendali *Open Loop* dan *Closed Loop*  
 Sistem kendali otomatis merupakan sistem tertutup (*closed loop*) yang akan memonitor parameter *output* secara terus menerus, dan mengatur proses sedemikian rupa sehingga nilai *output* akan senantiasa sesuai dengan nilai referensinya, tidak terpengaruh oleh faktor gangguan dari luar.

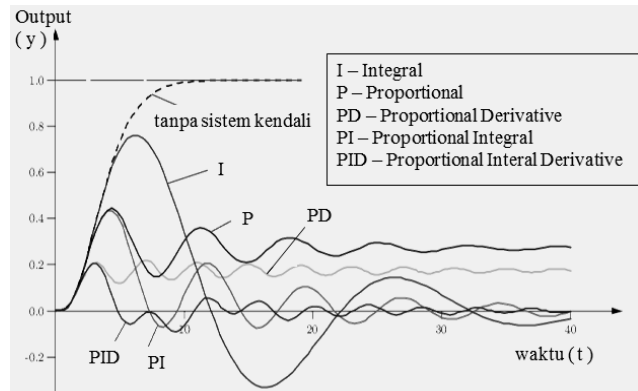
Proses yang dikendalikan dalam hal ini tergantung dari lingkup dimana sistem tersebut diterapkan. Contohnya: proses pengendalian suhu ruangan untuk dijaga pada suatu nilai tertentu, proses pengaturan suhu pemanas air, pengaturan suhu dan tekanan uap air dalam boiler, dan lain-lain.

2.1 Jenis-Jenis Sistem Kendali

Ada tiga jenis sistem kendali (*control system*) yang populer dipakai sebagai pengendali pada sebuah proses, yaitu: sistem kendali *Proportional* (P), sistem kendali *Proportional Integral* (PI) dan sistem kendali *Proportional Integral Derivative* (PID).

Sistem kendali *Proportional Intergal Derivative* (PID) mempunyai watak yang pada dasarnya adalah gabungan dari ketiga jenis kendali *Proportional*, *Integral* dan *Derivative*. Jenis PID merupakan sistem kendali yang banyak dipakai di mesin-mesin industri, karena cocok untuk dapat memenuhi kebutuhan pengendalian dengan waktu tangap yang cepat, dan hasil yang akurat.

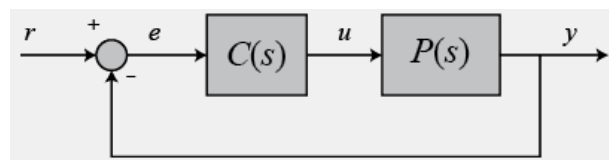
Berikut disajikan grafik watak waktu tanggap tipikal dari masing-masing sistem kendali:



Gbr. 3. Watak Waktu Tanggap Sistem Kendali

2.2 Fungsi Transfer

Sistem kendali PID dapat digambarkan dalam diagram berikut:



Gbr. 4. Diagram PID Controller

dengan  $C(s)$  adalah *Controller* fungsi waktu dan  $P(s)$  adalah *Process* fungsi waktu. Sedangkan fungsi transfer dari sistem kendali PID tersebut dapat ditulis dalam persamaan Fungsi Transfer PID Controller sebagai berikut:

$$u(t) = K_p \left( e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{d}{dt} e(t) \right)$$

atau

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_p \frac{de}{dt}$$

Dimana:

$r$  = set point, reference value

$u$  = control signal

$K_p$  = proportional gain

$T_i$  = integral time

$T_d$  = derivative time

$e$  = actuating signal / error signal

$y$  = actual output

Dalam beberapa pembahasan sistem kendali otomatis,  $(K_p/T_i)$  sering disebut sebagai  $K_i$ , yaitu *integral gain*, dan  $(K_p/T_d)$  disebut sebagai  $K_d$ , yaitu *derivative gain*. Variabel  $e$  merupakan *error signal*, yaitu perbedaan antara input yang diinginkan ( $r$ ) dengan nilai output aktual ( $y$ ).

$K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  merupakan parameter *tuning*, yaitu parameter yang nilainya perlu diatur sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh unjuk kerja sistem yang

paling baik, dengan respon yang cepat dan error yang kecil.

### 3. Pembahasan

Saat ini, lebih dari 90% sistem kendali yang diterapkan di industri menggunakan PID *Controller* [Ang, 2007]. Hal ini dikarenakan sistem kendali PID menawarkan solusi yang sederhana, mudah dipakai, dan efisien untuk solusi dari kasus-kasus nyata di dunia industri.

#### A. Watak Masing-Masing Jenis Sistem Kendali

Tabel berikut menyajikan hubungan antara komponen  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  dalam sebuah sistem tertutup:

Tabel 1. Pengaruh  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  pada PID *Controller*

Respon Aksi	<i>Rise Time</i>	<i>Over-shoot</i>	<i>Settling Time</i>	<i>Steady State Err</i>
Menaikkan $K_p$	Turun	Naik	Sedikit Naik	Turun
Menaikkan $K_i$	Sedikit Turun	Naik	Naik	Banyak Turun
Menaikkan $K_d$	Sedikit Turun	Turun	Turun	Tidak Berubah

Komponen  $K_p$  dari sistem kendali PID berfungsi untuk mempercepat waktu tanggap, dan mengurangi kesalahan (tetapi tidak bisa menghilangkannya). Komponen  $K_i$  berfungsi untuk mengeliminasi kesalahan, tetapi bisa menyebabkan waktu tanggap yang lambat. Sedangkan  $K_d$  memperbaiki stabilitas sistem, dan memperbaiki *settling time*, yaitu waktu yang diperlukan oleh sistem untuk mencapai kondisi *steady* dimulai ketika terjadi perubahan input.

Pada saat ini, sistem kendali PID banyak diimplementasikan menggunakan sistem komputer, sehingga pengaturan parameter *tuning* dapat dilakukan dengan lebih mudah melalui perangkat lunak (*firmware*). Dengan alat bantu modeling seperti *Matlab*, sistem kendali dapat disimulasikan untuk menghasilkan sistem kendali otomatis yang sesuai dengan kebutuhan industri.

Pada jurnal ini akan dibahas sistem kendali PID yang diterapkan pada mesin penggulung benang otomatis *Savio Esperro*, dan pembersih benang *Keissoki Yarn Clearer*, yang secara bersama-sama bertugas menggulung benang dan sekaligus mengontrol kualitas benang yang sedang digulung.

#### B. Mesin Penggulung Benang *Savio Esperro*

##### B.1. Proses

Mengacu kepada blok Proses pada Gbr. 2 dan Gbr. 4, maka proses yang ingin dikendalikan yaitu kerja mesin sebagai berikut:

- 1) Menggulung benang dari *bobin-bobin* umpan menjadi satu gulungan besar dengan panjang dan berat tertentu.
- 2) Menjaga kualitas benang yang digulung, dan memotong (membuang) bagian yang tidak masuk kriteria kualitas yang ditetapkan.
- 3) Menyambung benang dari *bobin-bobin* umpan dan juga menyambung benang yang dipotong karena tidak lolos kendali mutu.

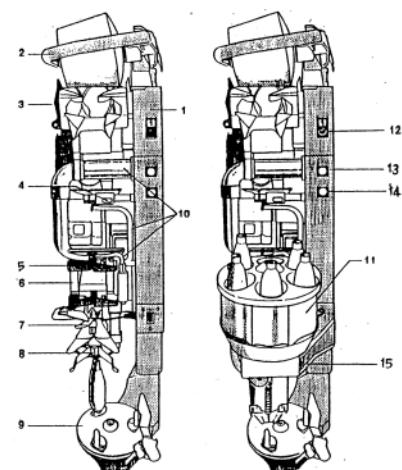
Menggulung sekaligus memeriksa kualitas benang dilakukan pada saat yang sama dengan kecepatan tinggi (400-1400 rpm). Penyambungan benang dilakukan secara otomatis menggunakan *Twin Splicers*.

##### B.2. Pengendali

Semua fungsi mesin dikendalikan oleh komputer pusat, tanpa campur tangan manusia. Operator dalam hal ini hanya melakukan pemrograman parameter dan target produksi yang harus dicapai, seperti ukuran panjang/berat paket benang pada setiap gulungannya, ukuran kualitas yang harus dicapai, jam dan target produksi, dan lain-lain. Data ini diprogramkan ke mesin penggulung, dan mesin melaporkan hasil pekerjaannya ke komputer pusat melalui kabel komunikasi serial.

##### B.3. Aktuator

Berikut disajikan gambar tampak depan dari 1 (satu) unit mesin penggulung benang *Savio Esperro*. Didalam unit ini sudah ada sistem kendali otomatis jenis PID yang bertugas mengendalikan kerja mesin.



Gbr. 5. Mesin Penggulung Benang *Savio Esperro*

Keterangan:

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 1 Struktur pendukung        | 9 Pemegang bobbin  |
| 2 Lengan paket              | 10 Pemegang benang |
| 3 Silinder penggulung       | 11 Bobbin magazin  |
| 4 Yarn clearer              | 12 Tombol reset    |
| 5 Yarn tensioning unit      | 13 Tombol stop     |
| 6 Elemen pendukung          | 14 Tombol start    |
| 7 Intermediate yarn control | 15 Saklar pengaman |
| 8 Ballon limiter            |                    |

Satu sistem mesin penggulung terdiri dari:

- (a) satu komputer pusat pengendali,
- (b) satu panel box sistem kelistrikan, dan
- (c) enam puluh mesin robot penggulung.

Setiap robot penggulung bekerja secara *independent* antara satu dengan lainnya. Aktuator dalam hal ini adalah robot penggulung itu sendiri lengkap dengan seluruh bagian-bagiannya, yaitu semua sistem yang memungkinkan mesin dapat bekerja, seperti silinder penggulung, sistem penyambung benang, sistem pemotong benang, sistem hidrolik, kelistrikan, mekanikal dan pneumatic.

B.4. Set Point

Dalam proses penggulangan benang, yang menjadi *set point* adalah data target produksi, dan parameter produksi seperti jenis benang, berat gulungan paket, dan jam kerja.

B.5. Feedback

*Feedback* berupa sistem sensor, seperti sensor peraba benang, sensor berat/sensor tekanan, sensor kecepatan, dan lain-lain. Beberapa parameter operasional mesin yang nilainya diamati secara terus menerus oleh sistem sensor, dan dilaporkan ke sistem pengendali, diantaranya adalah:

- Keberadaan *bobbin* dalam *bobbin magazin*.
- Keberadaan benang yang akan digulung.
- Berat paket benang hasil penggulangan.
- Keberadaan benang dalam silinder penggulung.
- Keadaan benang, apakah kusut atau lurus.

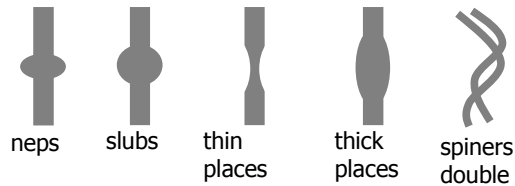
Untuk tiap parameter diatas, mesin menyediakan satu atau lebih sensor untuk membaca nilai dari parameter tersebut. Sistem sensor ini ada yang berbentuk sensor mekanik, elektrik dan elektronik. Operator mesin akan memprogramkan nilai set point untuk masing-masing parameter di komputer pengendalinya.

C. Perangkat Pembersih Benang *Keissoki Yarn Clearer*

*Yarn clearer* merupakan komponen penting dari mesin penggulung, berfungsi untuk menjamin

bahwa benang yang digulung mempunyai keseragaman diameter benang dari ujung ke ujung. Hal ini pada akhirnya akan mening-katkan mutu kain yang dihasilkan dari benang tersebut.

Sebagai pengendali mutu benang, *Keissoki Yarn Clearer* [Keissoki] bertugas memeriksa 5 (lima) parameter mutu benang, yaitu: *neps*, *slubs*, *thin places*, *thick places* dan *spinners double*. Ukuran diameter yang harus dikendalikan merupakan nilai *set point* bagi *Yarn Clearer*.



Gbr. 6. Parameter Kendali Mutu Benang

Aktuator dari *Yarn Clearer* adalah gunting pemotong yang melekat pada struktur badan robot penggulung. Sedangkan *feedback*nya adalah sensor *capacitive* yang memeriksa benang yang digulung. Apabila *Yarn Clearer* mendeteksi adanya *neps*, *slub*, *thin places*, *thick places* atau *spinners double*, yang melebihi 15% dari nilai *setpoint*, maka *Yarn Clearer* akan langsung memerintahkan gunting pemotong untuk memotong benang tersebut. Nilai *set point* dapat diatur ulang di komputer pengendali secara terpusat.

Dengan putusya benang, maka siklus penggulangan akan berhenti, dan mesin secara otomatis akan berpindah ke siklus penyambungan. Selesai disambungkan, benang akan digulung kembali. Menyambung benang dilakukan oleh *Twin Splicers*, dan hasil sambungan akan diperiksa kembali kualitasnya oleh *Yarn Clearer*.

Apabila hasil penyambungan ternyata tidak lolos baku mutu, maka benang akan dipotong kembali oleh *Yarn Clearer*, dan siklus kerja penyambungan akan diulang kembali. Demikian seterusnya, sehingga benang yang digulung dijamin terbebas dari *neps*, *slub*, *thin places*, *thick places* dan *spinners double*.

D. Manfaat Sistem Kendali Otomatis

Adanya sensor memungkinkan mesin untuk bekerja secara otomatis. Misalnya, ketika sensor peraba benang mendeteksi benang dari *bobin* umpan sudah habis, maka benang dari *bobbin* lainnya di *bobbin magazin* akan disambungkan ke paket gulungan. Jika sudah tidak ada lagi *bobbin* dalam *magazin*, maka mesin akan mati dan alarm menyala, menandakan perlunya menambah *bobbin*.

Contoh lainnya, jika benang yang digulung sudah men-capai berat tertentu maka mesin akan mati dan

lampu menyala, menandakan paket gulungan harus diambil, dan mesin meminta inialisasi penggulungan baru.

Demikian pula jika target produksi sudah tercapai, maka mesin akan mati dengan sendirinya. Semua data produksi, termasuk juga data *event alarm*, tercatat dalam basis data komputer pusat dan dapat diunduh untuk keperluan laporan dan analisa lebih lanjut.

Untuk keperluan operasional, sistem kendali memungkinkan mesin untuk berhenti secara otomatis jika terjadi kesalahan sistem elektrik/elektronik, mekanikal atau pneumatik atau kesalahan-kesalahan operasional lainnya yang tidak sesuai dengan siklus kerja normal mesin, sehingga terhindar dari kerusakan yang lebih parah.

#### D.1. Mesin Penggulung Benang *Savio Esperro*

Manfaat adanya sistem kendali otomatis pada mesin penggulung adalah:

- Satu mesin penggulung dapat mengerjakan bebe-rapa set target dan parameter produksi yang ber-beda, tanpa harus melakukan setting ulang mesin, meningkatkan efisiensi kerja.
- Mesin bekerja otomatis, siang dan malam, mengu-rangi beban kerja operator/karyawan.
- Mengurangi kesalahan produksi yang disebabkan oleh faktor kelalaian manusia.
- Meningkatkan kapasitas produksi.
- Operator dapat memperoleh data produksi yang akurat tercatat dalam basis data mesin yang dapat diunduh untuk kepentingan pelaporan dan analisa.

#### D.2. Perangkat Pembersih Benang *Keissoki Yarn Clearer*

Manfaat adanya sistem kendali otomatis pada perang-kat *Yarn Clearer* adalah:

- *Set point* dapat diprogramkan ke *Yarn clearer* untuk berbagai jenis benang yang berbeda, sehingga meningkatkan daya guna mesin.
- Bekerja sangat akurat, meningkatkan mutu produk yang dihasilkan.
- Menghitung jumlah banyaknya pemotongan yang dilakukan per satuan panjang benang. Angka ini mencerminkan kualitas benang dimana semakin kecil angka yang diperoleh berarti semakin bagus mutu benangnya.
- Operator dapat memperoleh data produksi yang akurat tercatat dalam basis data mesin yang dapat diunduh untuk kepentingan pelaporan dan analisa

#### 4. Penutup

Menggulung dan memeriksa kualitas benang dilakukan dengan kecepatan tinggi (400-1400 rpm), sesuatu yang tidak mungkin dikerjakan secara manual. Disamping itu, karena terbatasnya sistem indera, pemeriksaan terhadap adanya neps, slub, thin places, thick places dan spinners double, juga sangat sulit dilakukan secara manual oleh manusia.

Untuk meningkatkan kapasitas produksi, dan memperbaiki kualitas produk, maka diperlukan mesin yang dapat bekerja dengan cepat. Namun demikian, sistem kendali Open Loop tidak dapat diterapkan, karena jenis kendali ini tidak bisa mengkompensasi adanya kesalahan, dan tidak bisa berjalan secara otomatis, karena tidak ada feedback dari luaran mesin ke sistem pengendalinya.

Oleh karena itu mesin perlu sistem kendali Closed Loop, yang dapat memonitor luaran mesin secara terus menerus dan memrosesnya untuk mengendalikan mesin sehingga hasil produaknya sesuai dengan yang diharapkan, semua berjalan secara otomatis, tanpa diperlukan campur tangan manusia lagi.

Sistem kendali PID merupakan jenis sistem kendali otomatis yang paling banyak dipakai di industri, karena watak dari sistem ini yang memiliki unjuk kerja yang stabil, waktu tanggap yang cepat, dan tingkat kesalahan yang kecil (akurat). Watak ini dirasa cocok untuk sistem kendali mesin-mesin industri dengan throughput yang besar yang membutuhkan sistem kendali yang handal, dan akurat

Disamping banyak mengurangi beban kerja karyawan, mesin dengan sistem kendali otomatis membuat proses produksi berjalan lebih efisien dan produktif, sekaligus meningkatkan kapasitas produksi dengan tetap memper-tahankan mutu produk yang prima, yang pada akhirnya akan meningkatkan daya saing produk di pasaran. Sistem kendali otomatis membuat pekerjaan dapat diselesaikan dengan lebih cepat dan mudah.

#### 5. Ucapan terimakasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada sege-nap karyawan dari Departemen Spinning, PT Primissima, Medari, Jogjakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, atas semua dukungan dan bantuan, baik moril maupun materiil, yang telah diberikan kepada penulis selama penelitian berlangsung dan selama penyiapan jurnal ini.

**Daftar Pustaka**

- [1] Ang, K.H. and Chong, G.C.Y. and Li, Y., 2007. *PID Control System Analysis, Design, and Technology*, IEEE Transactions on Control Systems Technology.
- [2] Eckman, Donald P., 1958, *Automatic Process Control*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [3] Groover , Mikell P., and Mitchell Weiss, and Roger N. Nagel, and Nicholas G. Odrey, 1986, *Industrial Robotic: Technology, Programming and Application*, Mc Graw Hill, Inc.
- [4] Hughes, Frederick W., 1983, *Illustrated Guidebook to Electronics Devices and Circuits*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- [5] Inspector Control Impostazione "ESPERO"
- [6] Keissoki, *Keissoki Yarn Clearer Installation Model KC 60, Operating Instruction No 260-70051E*, Keissoki Kogyo, Co., Ltd., Osaka, Japan.
- [7] Kuo, Benjamin. C., and Farid Golnaraghi, 2010, *Automatic Control System*, 9th Ed., John Wiley & Sons, Inc., N.J.
- [8] Savio, Yarn Finishing Machinery, *Instruction Manual*.
- [9] Savio, Yarn Finishing Machinery, *Pneumatic and Electrical Diagram, code number: 511-005-90*.