

RANCANG BANGUN MESIN PENGGULUNG BENANG GELASAN OTOMATIS DI DESA KUTAMANDIRI KECAMATAN TANJUNGSARI KABUPATEN SUMEDANG

Dedy Prijatna, Muhammad Saukat dan Ahmad Thoriq

Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran

E-mail: dedyprijatna@yahoo.com

ABSTRAK. Saat ini proses penggulangan benang gelasan masih dilakukan secara manual dengan menggunakan putaran tangan, sehingga membutuhkan tenaga kerja yang banyak dan beban kerja yang cukup memberatkan. Penelitian ini bertujuan membuat rancang bangun mesin penggulangan benang gelasan disertai dengan otomatisasi agar mendapatkan efisiensi dalam melakukan produksi benang gelasan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rekayasa yaitu melakukan suatu kegiatan perancangan (*design*) yang tidak rutin, sehingga didalamnya terdapat suatu kontribusi baru, baik dalam bentuk proses maupun produk. Gulungan benang yang digunakan terdiri atas 4 (empat) ukuran berdasarkan nama gulungan. Berdasarkan hasil pengujian awal waktu yang dibutuhkan untuk menggulung benang berdasarkan nama gulungan adalah unyil 2,76 detik, snap 3,99 detik, gajah 20,56 detik dan 1000 yard 5,02 detik. Mesin penggulangan benang hasil rancangan terdiri atas motor servo, besi penghubung pedal, pedal motor servo, head pengarah benang, meja kerja, poros penggulangan benang, bearing, belt dan pulley. Sistem elektronik yang digunakan pada mesin penggulangan benang otomatis, dirancang berbasis *mikrokontroler*. Bagian utama rangkaian ini terdiri atas sensor keberadaan benang, sensor putaran motor, penampil nilai parameter penggulangan benang, pengendali kecepatan dan putaran motor, pengendali penggulangan benang.

Kata kunci: penggulangan, benang gelasan, otomatis, Kutamandiri

ABSTRACT. Currently the process of rolling the threads of gelasan is still done manually by using hand rotation, so it requires a lot of manpower and workload is quite burdensome. This research is aimed to make the design of rolling machine of gelasan yarn accompanied by automation in order to get efficiency in doing thread production of gelasan. The method used in this research is engineering method that is doing an activity of design (*design*) that is not routine, so therein there is a new contribution, either in process or product form. The roll of yarn used consists of 4 (four) sizes based on the name of the scroll. Based on the preliminary test results the time required to roll the yarn based on the name of the coil is unyil 2.76 seconds, snap 3.99 seconds, elephant 20.56 seconds and 1000 yards 5.02 seconds. The designer yarn rolling machine comprises a servo motor, a pedal connecting iron, a servo motor pedal, a threaded steering head, a workbench, a yarn rolling shaft, bearings, a belt and a pulley. Electronic system used in automatic rolling machine, designed based on microcontroller. The main part of this circuit consists of the sensor existence of the thread, motor rotation sensor, viewer yarn rolling parameter value, speed controller and motor rotation, yarn rolling controller.

Key words: rollers, threads, automatic, Kutamandiri

PENDAHULUAN

Salah satu permainan tradisional yang masih digemari di era modern saat ini adalah layang-layang. Setiap daerah di Indonesia mengenal permainan tradisional layangan, tidak hanya anak kecil, orang dewasa juga masih senang menerbangkan layang-layang. Saat ini layang-layang terdapat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Untuk menerbangkan layang-layang diperlukan benang yang bisa ditarik ulur sehingga layang-layang dapat terbang tinggi. Benang yang digunakan untuk memainkan layang-layang adalah benang biasa dan benang gelasan. Dalam perlombaan adu layang-layang kekuatan benang sangat menentukan, dimana yang dapat memutuskan benang yang lain dikatakan sebagai pemenang. Melihat permintaan layang-layang yang masih tinggi hingga saat ini terutama di musim kemarau, mengakibatkan permintaan akan benang gelasan juga tinggi. Hingga saat ini masih banyak produsen benang gelasan yang memproduksi. Salah satu produsen benang gelasan untuk layang-layang berada di Desa Kutamandiri, Kecamatan Tanjung Sari, Kabupaten Sumedang.

Proses pembuatan benang gelasan terdiri atas:

- 1) Penumbukan gelas kaca menjadi tepung kaca,
- 2) Pengampelasan benang nilon agar permukaannya menjadi sedikit kasa,
- 3) Penggelasan, yaitu menempelkan larutan tepung kaca ke permukaan benang nilon,
- 4) Penggelasan, yaitu menggulung benang gelasan ke bobin siap jual,
- 5) Pelabelan, yaitu menempelkan label ke bobin siap jual.

Produksi benang gelasan Desa Kutamandiri dikirim ke beberapa kota di wilayah Indonesia dan sebagian diekspor ke Srilangka, India, Pakistan dan beberapa Negara Asia. Saat ini hampir semua proses produksi benang gelasan masih dilakukan secara manual, baru sebagian kecil menggunakan tenaga penggerak motor listrik dengan konstruksi yang sangat sederhana, sehingga hasilnya kurang memuaskan, dan tidak optimal dalam penggunaan energinya. Selain itu juga dibutuhkan tenaga kerja yang banyak terutama pada proses penggulangan benang pada gelasan, sehingga pada saat permintaan banyak, pengrajin sulit untuk memenuhinya. Proses penggulangan benang gelasan masih dilakukan secara manual dengan menggunakan putaran tangan, memberikan beban kerja yang cukup memberatkan.

Beberapa penelitian mengenai otomasi penggulungan benang telah dilakukan. Menurut Yeni (2002) alat penggulung benang otomatis yang dibuat menggunakan motor AC dengan daya 50 Watt, menghasilkan kapasitas 578 buah gulungan perhari. Menurut Huda (2011) waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk menggulung benang jahit kasar dengan berat 1 kg menggunakan tenaga penggerak motor listrik yaitu 13,61 detik pada pengujian tanpa kardus dengan efisiensi 3,7% dan 10,68 detik pada pengujian menggunakan kardus dengan efisiensi 3,5%. Namun hasil penelitian tersebut dirancang berdasarkan karakteristik penggulungan benang. Untuk itu penelitian ini bertujuan membuat rancang bangun mesin penggulungan benang gelas disertai dengan otomatisasi agar mendapatkan efisiensi dalam melakukan produksi benang gelas.

METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan peralatan dan kelengkapan laboratorium serta bengkel, antara lain sebagai berikut: .

Alat :

- a. Mesin CNC
- b. Mesin bubut
- c. Mesin potong dan lipat logam
- d. *Multimeter*
- e. *Clamp on meter*
- f. *Tachometer*, dll.

Bahan dan komponen yang akan digunakan antara lain adalah:

- a. Besi plat
- b. Benang nilon
- c. Plat kaca tebal
- d. Kayu
- e. Kabel listrik, dll

Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rekayasa yaitu perancangan atau modifikasi yang tidak rutin sehingga dihasilkan produk yang baru, dalam hal ini adalah mesin penggulung benang gelas. Penelitian pada dasarnya akan mengikuti tahapan sebagai berikut :

- a. Identifikasi kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan observasi proses penggulungan benang gelas pada beberapa pengrajin, wawancara dengan pengrajin dan para pekerjanya. Bila diperlukan, akan dilakukan pengukuran kinerja alat dan operatormya. Selain itu, juga dilakukan studi pustaka tentang proses dan mesin penggulung benang.

- b. Penentuan kriteria rancangan

Setelah diperoleh data tentang kebutuhan para pengrajin dan pekerja, kinerja peralatan yang ada, ukuran usaha dan lain-lain, maka dapat ditentukan spesifikasi mesin penggulung yang dibutuhkan.

- c. Penentuan rancangan dasar

Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, maka dibuatlah rancangan dasar mekanik dan elektronik mesin penggulung benang gelas. Pada tahapan ini, mekanisme kerja dan komponen fungsional mesin ditentukan dengan jelas.

- d. Pembuatan dan pengujian model mesin penggulung benang. Mengingat mesin yang akan dirancang cukup kompleks, untuk memastikan keberhasilan mekanisme kerjanya akan dibuat model dengan ukuran yang kecil. Model ini kemudian diuji-coba. Bila uji coba menunjukkan hasil yang baik, maka dilakukan analisa teknik.

- e. Analisa teknik

Analisa teknik dilakukan untuk menentukan dimensi komponen serta parameter kerjanya. Perhitungan dilakukan dengan berdasarkan pada spesifikasi mesin yang diinginkan, mekanisme kerja, prinsip-prinsip dasar mekanika teknik, kekuatan bahan, aspek ergonomi serta diupayakan untuk memenuhi peraturan keamanan yang ada. Pemodelan matematika terutama dilakukan untuk menentukan hubungan antara kecepatan putar motor dan pergerakan pengatur penggulungan benang.

- f. Pembuatan gambar teknik

Gambar teknik dibuat dengan berdasarkan pada analisis teknik dan digunakan sebagai dasar pembuatan seluruh mesin.

- g. Fabrikasi dan perakitan

Proses pembuatan mesin akan dilakukan sepenuhnya di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian serta Bengkel Logam dan Kayu Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Pembuatan beberapa komponen kunci akan dilakukan dengan menggunakan mesin CNC sehingga akurasi dapat terjaga.

- h. Pengujian

Pengujian akan dilakukan untuk menguji kinerja mesin yang telah dibuat dan dilakukan di laboratorium maupun di lingkungan kerja pengrajin. Kegiatan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja mesin yang telah dibuat.

- i. Evaluasi dan modifikasi

Evaluasi dilakukan untuk membandingkan apakah kinerja mesin yang diperoleh pada waktu pengujian telah sesuai dengan kriteria rancangan yang telah ditetapkan. Bila, kriteria rancangan yang telah ditetapkan belum dipenuhi, maka akan dilakukan modifikasi seperlunya terhadap mesin yang telah dibuat. Evaluasi ini dilakukan setelah uji laboratorium maupun uji lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Gulungan dan Benang Gelasan

Karakteristik gulungan dan benang gelas diperlukan sebagai data awal untuk perancangan sistem

mekanik mesin penggulung benang. Berdasarkan hasil pengukuran, diameter benang nilon yang digunakan sebagai bahan utama adalah 0,3 mm sedangkan setelah di buat menjadi benang gelasannya diameternya menjadi 0,31 mm. Benang gelasannya tersebut selanjutnya digulung kedalam gulungan. Proses penggulangan benang secara manual dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses penggulangan benang secara manual

Berdasarkan hasil wawancara beberapa pekerja merasa lelah dan jenuh dengan intensitas pekerjaan yang berulang dalam jumlah yang terlalu sering. Gulungan benang yang digunakan terdiri atas 4 (empat) ukuran. Setiap gulungan mempunyai nama sesuai dengan ukuran gulungan. Panamaan tersebut berdasarkan kebiasaan dari pengrajin benang gelasannya. Bentuk gulungan berdasarkan nama dan ukuran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk gulungan berdasarkan nama dan ukuran

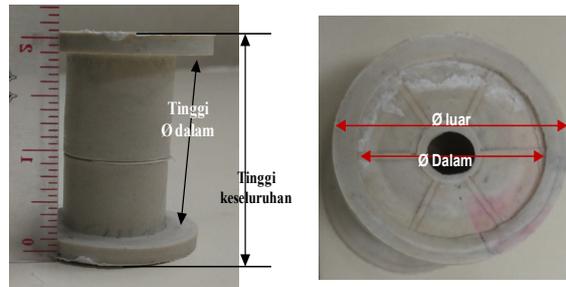
Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa ukuran gulungan yang paling kecil adalah unyil dan yang paling besar adalah 1000 yard. Ukuran gulungan secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Bentuk dan karakteristik ukuran gulungan benang seperti yang tercantum pada tabel 1 dapat dilihat pada Gambar 2.

Selanjutnya setiap jenis gulungan dilakukan pengujian untuk mengetahui panjang benang dan waktu yang dibutuhkan untuk menggulung benang tersebut. berdasarkan hasil pengujian panjang benang dan waktu penggulangan berdasarkan jenis gulungan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Panjang benang dan waktu penggulangan berdasarkan jenis gulungan

Jenis Gulungan	Horizontal (kali)	Vertikal /ketebalan (kali)	Total Lilitan (kali)	Panjang Benang (mm)	Waktu penggulangan (detik)
Unyil	95	6	536	16630	2,76
Snap	108	7	776	28377	3,99
Gajah	150	27	4000	135600	20,56
1000 yard	175	6	977	44775	5,02



Gambar 3. Karakteristik ukuran gulungan

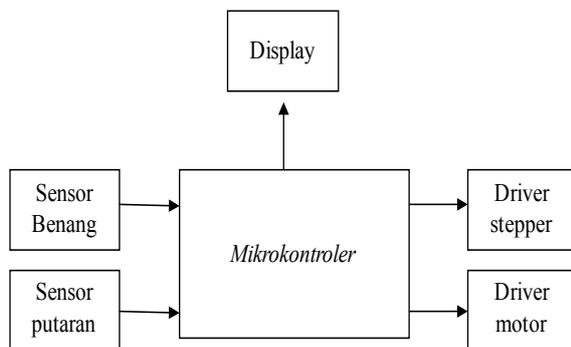
Tabel 1. Ukuran gulungan benang

Gulungan	Tinggi Keseluruhan (mm)	Ø Luar (mm)	Ø Dalam (mm)	Tinggi Ø Dalam (mm)
Unyil	36,7	32,7	29,3	28,4
Snap	45,3	38,7	34,4	32,5
Gajah	54,1	41,9	25,9	45
1000 yard	60,6	47,5	44,15	52,5

Panjang benang dan waktu penggulangan seperti pada Tabel 2 digunakan sebagai acuan untuk penentuan jenis motor yang digunakan.

Rancangan Dasar Sistem Elektronik

Sistem elektronik yang digunakan pada mesin penggulung benang otomatis,dirancang berbasis *mikrokontroler*. Bagian utama rangkaian ini terdiri atas sensor keberadaan benang, sensor putaran motor, penampil nilai parameter penggulangan benang, pengendali kecepatan dan putaran motor, pengendali penggulangan benang. Blok diagram sistem elektronik penggulangan benang otomatis ditampilkan pada gambar berikut ini. .



Gambar 4. Blok Diagram System Elektronik

1) Sensor Benang

Sensor untuk mendeteksi keberadaan benang pada mesin penggulung benang otomatis ini dirancang

agar mudah digunakan. Berdasarkan pengamatan pada mesin-mesin industri tekstil, pada system ini digunakan sakelar mikro. Ukuran dari sakelar mikro ini akan disesuaikan dengan besarnya tegangan benang pada proses penggulangan benang pada kelos. Kondisi keluaran dari posisi sakelar akan dipakai untuk menentukan kondisi salah satu pin input digital dari *mikrokontroler*

2) Sensor Putaran Motor

Untuk mendeteksi putaran motor digunakan sensor cahaya, yang terdiri atas *rotary encoder* dan modul *photo diode*. *Rotary encoder* yang digunakan pada rangkaian ini menggunakan sepasang piringan yang berlubang, masing-masing piringan ditempatkan pada satu poros yang sama, dimana penempatan lubangnya berbeda fasa 90°. Karena terdapat dua buah piringan berlubang, dan ditempatkan berbeda fasa 90°, maka pulsa yang dibangkitkan juga akan berbeda 90°. Untuk mengetahui jumlah putaran didapatkan dengan cara menjumlahkan seluruh pulsa yang dibangkitkan pada sebuah *rotary encoder*, dibagi dengan jumlah lubang pada *rotary encoder*. Keberadaan pulsa pada piringan *rotary encoder*, dideteksi oleh *detector photo diode*, berupa sepasang modul *photo diode infra merah*. Pada modul ini terdapat LED dan *photo diode* yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima cahaya, juga terdapat *amplifier differensial* yang berfungsi mengkonversi pulsa keluaran dari *rotary encoder* menjadi isyarat digital 0 dan 1.

Dalam penelitian ini untuk *amplifier detector photo diode* digunakan board yang tersedia dipasaran, dalam bentuk kit siap pakai. Board ini diranancang sesuai dengan spesifikasi input pada *arduino*

3) Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini berbasis *ATmega 328P* yang dinilai lebih dari cukup untuk mengendalikan semua fungsi pengendalian pada mesin penggulangan benang, antara lain jumlah pin input dan output, kapasitas memory, dan kecepatan prosesnya. Konfigurasi pin pada IC *ATmega 328P*. Dalam pelaksanaannya digunakan rangkaian IC *ATmega 328P* yang sudah tersedia dalam suatu kit elektronik yang sudah cukup lengkap, yang saat ini dikenal sebagai *Arduino board*. *Arduino* merupakan kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip mikrokontroler* berjenis AVR (*Alv and Vegard's RISC*) dari perusahaan Atmel. Dipakainya board ini, didasari beberapa kelebihan dari perangkat *Arduino*. Menurut Syahwil (2013) kelebihan dari *arduino board* yaitu:

- Relatif murah
- Sederhana dan mudah pemrogramannya
- Perangkat lunak dan keras bersifat *open source*
- Tidak perlu perangkat *chip programmer*

- Sudah memiliki *port USB*
- Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang dapat langsung ditancapkan pada *board Arduino*

4) Pengendali Motor

Motor yang digunakan pada mesin penggulangan benang otomatis menggunakan motor DC. Dipilihnya jenis motor ini untuk memudahkan dalam pengendaliannya, dan meminimalkan ketergantungan pada sumber listrik PLN. Dengan digunakannya motor DC ini kedepan bias dikembangkan untuk menggunakan sumber listrik terbarukan seperti listrik yang berasal dari sel surya. Pengendali motor menggunakan komponen berbasis IC L293D

Untuk mesin penggulangan benang otomatis, Rangkaian Pengendali Motor L293D, menggunakan board berupa kit yang dirancang sebagai board *shield* untuk *arduino*, sehingga mudah dalam penggunaannya.

5) Pengendali Stepper

Menggulung benang pada kelos, membutuhkan ketelitian dan kecermatan, agar susunan benang tersusun pada beberapa lapisan yang rapih, dan jarak antar benang yang rapat dan padat, tetapi tidak bertumpuk. Hal ini memerlukan mekanisme pengarah benang dengan ketelitian dan kecermatan yang tinggi. Pada mesin penggulangan benang otomatis, digunakan motor stepper sebagai pengarah benang pada saat penggulangan pada kelos. Sebagai pengendali motor stepper digunakan rangkaian berbasis IC L293D. Untuk mesin penggulangan benang otomatis, Rangkaian Pengendali Stepper, menggunakan board berupa kit yang dirancang sebagai board *shield* untuk *arduino*, sehingga mudah dalam penggunaannya.

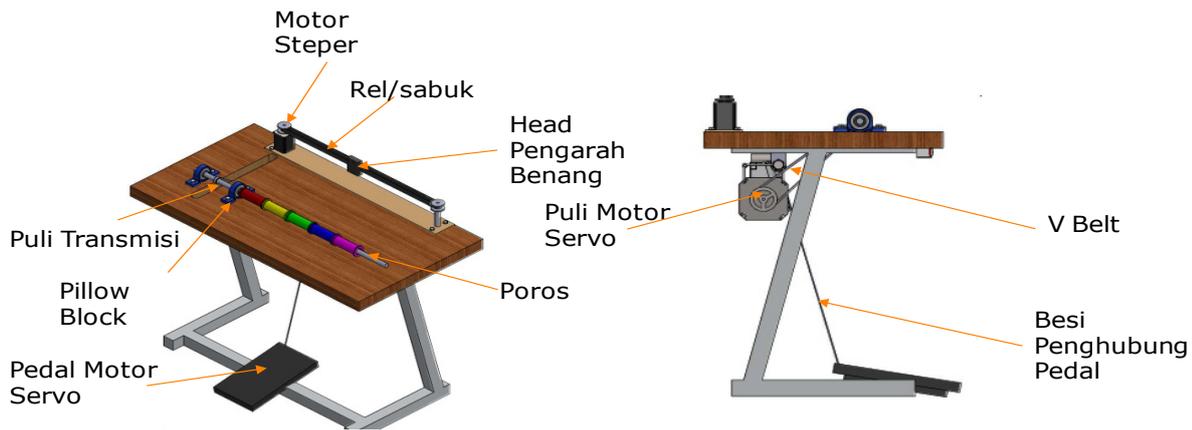
6) Penampil LCD

Untuk menampilkan berbagai parameter kinerja dari mesin penggulangan benang otomatis, digunakan penampil LCD 2 x 16 karakter. Dipilihnya penampil jenis ini, karena kemudahan dalam penggunaannya dengan harga yang terjangkau. Untuk mesin penggulangan benang otomatis, Rangkaian penampi LCD 2x16, menggunakan board berupa kit yang dirancang sebagai board *shield* untuk *arduino*, sehingga mudah dalam penggunaannya.

Rancangan Dasar Sistem Mekanik

Mekanisme sistem mekanik, antara lain adalah: 1) Sumber tenaga dengan motor listrik, 2) Gulungan akan disusun secara horizontal, 3) Pengaturan menggunakan mikrokontroler secara terpusat, 4) Terdapat timer untuk menjalankan waktu beroperasinya motor, waktu pemindahan benang pada gulungan, dan waktu pemutusan panjang benang. Desain sistem mekanik dapat dilihat pada Gambar 5.

Rancangan yang telah disusun seperti pada Gambar 5 selanjutnya di realisasikan dengan dengan melihat setiap komponen berdasarkan ketersediaan



Gambar 5. Rancangan struktural mesin penggulung benang gelasan



Gambar 6. Hasil rancangan mesin penggulung benang gelasan otomatis

dipasaran. Komponen yang paling sulit di cari adalah head pengarah benang. Komponen tersebut memanfaatkan head pada printer A3 bekas. Rangka dan meja mesin yang digunakan memanfaatkan konstruksi meja mesin jahit yang didesain dengan memperhatikan aspek ergonomik. Hasil rancangan mesin penggulung benang terdiri atas motor servo, besi penghubung pedal, pedal motor servo, head pengarah benang, meja kerja, poros penggulangan benang, bearing, belt dan pulley seperti dapat dilihat pada Gambar 6.

SIMPULAN

1. Waktu yang dibutuhkan untuk menggulung benang berdasarkan nama gulungan adalah unyil 2,76 detik, snap 3,99 detik, gajah 20,56 detik dan 1000 yard 5,02 detik.
2. Mesin penggulung benang hasil rancangan terdiri atas motor servo, besi penghubung pedal, pedal motor servo, head pengarah benang, meja kerja, poros penggulangan benang, bearing, belt dan pulley.

3. Sistem elektronik yang digunakan pada mesin penggulung benang otomatis, dirancang berbasis *mikrokontroler* yang terdiri atas sensor keberadaan benang, sensor putaran motor, penampil nilai parameter penggulangan benang, pengendali kecepatan dan putaran motor, pengendali penggulangan benang.

DAFTAR PUSTAKA

- Yeni T. 2002. Perancangan alat penggulung benang otomatis [Skripsi]. Fakultas Teknik Universitas Surabaya
- Huda M. 2011. Studi perbandingan waktu proses mesin penggulung benang spindle tunggal manual dengan mesin penggulung benang spindle tunggal penggerak motor listrik [Skripsi]. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Syahwil, M 2013. Panduan Mudah & Praktek Mikrokontroler Arduino. Yogyakarta: Andi.