

REDESAIN MESIN PEMINTAL BENANG SUTERA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS INDUSTRI KECIL

Abdul Salam¹⁾ dan Muhammad Arsyad²⁾

^{1) 2)} Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang,

ABSTRACT

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan produktivitas proses pemintalan benang sutera pada industri kecil di Kab. Soppeng. Lebih jauh diharapkan penelitian ini menjadi proyek percontohan rancang bangun mesin pemintalan benang sutera bagi daerah-daerah sentra pembuatan benang sutera dan tenunan sutera yang ada di Sulawesi Selatan. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut ialah merancang dan membuat mesin pemintal serta sosialisasi penerapan pada industri kecil persuteraan daerah. Perbaikan proses pemintalan dengan menggunakan teromol (haspel) independen sistem kopling pembebas, sehingga proses pemintalan dapat lebih efektif dan efisien. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa mesin pemintal benang sutera yang dibuat lebih efektif dan dapat meningkatkan produktivitas pemintalan sekitar 10 kali lipat dibandingkan alat pemintal manual tradisional. Untuk satu buah teromol haspel dengan putaran 940 rpm selama 1 menit, panjang benang sutera yang dapat dipintal 262,4 meter, sehingga untuk 2 haspel yang bekerja normal, panjang benang sutera yang dapat dipintal sebanyak 525 meter.

Keywords: benang sutera, haspel, pemintalan, produktivitas

I. PENDAHULUAN

Provinsi Sulawesi Selatan termasuk pemasok terbesar produksi benang sutera di Indonesia. Dari 64,02 ton produksi nasional, 54,53 ton (86%) diantaranya dipasok dari Sulawesi Selatan. Menurut Balai Persuteraan Alam Provinsi SulSel, terdapat 3.214 KK menggeluti usaha tani murbei dengan luas tanam murbei 1.713 Ha yang tersebar di 11 Kabupaten (Tahir, 2011).

Sejak tahun 2010 terjadi penurunan produksi benang sutera Indonesia, hal ini terlihat dari data nasional dimana sebelumnya jumlah usaha pemintalan sebanyak 220 ribu unit, turun menjadi 132 ribu unit (turun sekitar 40%) padahal seharusnya semakin ditingkatkan karena adanya perjanjian perdagangan bebas Asean-Tiongkok, ACFTA (Asean China Free Trade Area). Masalah terbesar yang dihadapi industri kecil persuteraan lokal, khususnya di Sulawesi Selatan adalah produksi benang sutera yang semakin menurun, belum mampu memenuhi permintaan pasar yang begitu besar. Produsen tekstil sutera terpaksa harus mengimpor benang sutera asal China meskipun harganya cukup mahal. Harga benang sutera impor China berkisar Rp. 800.000 - Rp. 850.000/kg dengan kualitas yang bagus, sedangkan benang sutera lokal sekitar Rp. 450.000-Rp 500.000 /kg. (Dinas Kehutanan Provinsi Sulsel, 2009).

Salah satu Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan yang potensial dikembangkan persuteraannya adalah Kabupaten Soppeng. Menurut Taslim (2008), areal pertanaman murbei Kabupaten Soppeng sangat luas, demikian pula aktivitas persuteraan seperti pemeliharaan ulat sutera, pemintalan benang, hingga pertenunan. Jumlah produksi benang per tahunnya sebesar 18.053 ton yang diproduksi dari 387 unit pemintal. Potensi alam yang tak ternilai harganya dapat menunjang komoditas unggulan daerah dalam hal usaha persuteraan alam. Namun di sisi lain, pengelolaan sutera khususnya bagi usaha industri kecil menengah masih terkendala dengan penggunaan alat yang kurang efisien dan efektif dalam menghasilkan benang sutera, sehingga secara keseluruhan produktivitas benang sutera belum dapat ditingkatkan secara maksimal.

Berdasarkan survei yang dilakukan dan studi pendahuluan tim peneliti, menunjukkan bahwa masalah yang paling urgen bagi pengembangan usaha kecil menengah persuteraan di Kabupaten Soppeng adalah masih rendahnya produktivitas yang disebabkan efisiensi dan efektivitas alat pemintal yang digunakan. Alat pemintal benang sutera yang ada sekarang terdiri atas dua macam yaitu alat tradisional (manual) dan mesin bantuan pemerintah pada tahun 2005. Mesin pemintal bantuan Pemerintah, sudah tidak dioperasikan lagi karena rusak dan tidak mudah mendapatkan sukucadangnya di pasaran. Mesin pemintal tersebut masih memiliki kekurangan, yaitu jika ada salah satu benang yang putus pada teromol (*haspel*), maka operasi mesin harus dihentikan untuk menyambung.

Usaha persuteraan di Kabupaten Soppeng sangat potensial untuk dikembangkan karena merupakan salah satu komoditas unggulan daerah tersebut, namun demikian permasalahan yang ada saat ini adalah produktivitas benang sutera masih sangat rendah karena efektivitas dan efisiensi alat/mesin yang digunakan belum optimal. Berdasarkan kondisi tersebut, maka permasalahan pada penelitian ini: 1). Bagaimana

meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pemintalan benang sutera. 2). Bagaimana meningkatkan produktivitas benang sutera industri kecil daerah.

II. KAJIAN LITERATUR

Dalam penelitian ini penentuan daya motor menggunakan persamaan (Sularso, 1997): $P = \frac{Q \times v}{75 \times \eta}$

(HP) Keterangan: P = daya yang dibutuhkan (hp) Q = bobot beban (kg) V = kecepatan linier teromol (m/s); η = efisiensi. Sedangkan sistem transmisi menggunakan sistem transmisi puli-sabuk. Untuk menentukan diameter puli digunakan persamaan: $D_1 \cdot N_1 = D_2 \cdot N_2$ Keterangan: D_1 = diameter puli motor (mm); D_2 = diameter puli poros transmisi (mm); N_1 = putaran mesin (rpm); dan N_2 = putaran poros transmisi (rpm). Poros transmisi yang digunakan pada perancangan ini dikonstruksi sedemikian rupa menyatu dengan teromol pemintal (*haspel*) sistem kopling pembebas, sehingga dapat distop bila putus pada benang yang dipintal, tetapi haspel lain pada poros yang sama tetap berputar.

Sabuk merupakan alat transmisi daya dan putaran pada poros yang berjauhan posisinya. Sistem transmisi sabuk yang digunakan pada penelitian ini adalah sabuk trapesium (sabuk V) ganda yang dipasang pada puli dengan alur V. Menurut Sularso, (1997), panjang sabuk diketahui dengan persamaan,

$L = \pi(R+r) + 2X + \frac{(R-r)^2}{X}$ Keterangan: R = jari-jari puli poros transmisi (mm); r = jari-jari motor (mm); dan X = jarak sumbu poros transmisi ke sumbu poros motor (mm).

Penentuan diameter poros yang hanya menerima beban puntir pada penampang tegak lurus sumbu panjang poros dapat diketahui dengan menggunakan persamaan:

$d_s = \left[\frac{5,1}{\bar{\tau}_b} K_t C_b T \right]^{1/3}$ (Khurmi, 1994). Keterangan: T = Momen puntir (kgmm); $\bar{\tau}_b$ = Tegangan puntir ijin (kg/mm^2); K_t = Faktor koreksi = 1; untuk beban halus = 1–1,5; sedikit kejutan/tumbukan = 1,5–3 kejutan/tumbukan besar; dan C_b = Faktor koreksi = 1,2 - 2,3.

Bantalan adalah komponen yang mampu menumpu poros sehingga putaran dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Jenis bantalan yang digunakan pada penelitian ini adalah bantalan gelinding, sesuai dengan fungsinya untuk menumpu poros transmisi. Menurut Sularso (1997), umur bantalan diketahui

dengan persamaan $Lh = \frac{Ls}{n} \times 1,67 \cdot 10^6$ Keterangan: Ls = umur bantalan (juta putaran); n = putaran poros (rpm).

Perhitungan kekuatan sambungan las didasarkan atas luas minimum terhadap beban atau geseran. Luas leher las minimum $A = h \cdot L$. Sedangkan untuk ukuran tebal las sudut atau las sisi, maka dihitung berdasarkan luas leher las minimum. Menurut Shigley (1996), luas leher las minimum adalah: $A = 0,707 h \cdot L$ Keterangan: h = Leher las (mm); L = Panjang efektif las (mm); A = Luas leher las (mm^2). Sedangkan sambungan tidak tetap menggunakan baut-mur. Untuk menentukan diameter baut digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\tau_g = \frac{F}{\frac{\pi}{4} (d_1)^2 n} \quad (\text{Khurmi, 1994}).$$

Keterangan: F = gaya yang terjadi (N); d_1 = diameter inti baut (mm); τ_g = tegangan geser (N/mm^2); n_b = jumlah baut.

III. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 8 bulan bertempat di Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penelitian dilakukan dalam 2 (dua) tahun kegiatan. Pada tahun pertama dirancang dan dibuat mesin pemintal benang sutera. Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan langkah kerja dan tahapan-tahapan rancang bangun mesin sebagai berikut:

- Persiapan dan data-data awal perancangan
- Analisa beban kerja
- Pemilihan bahan
- Perhitungan setiap komponen
- Pembuatan gambar kerja
- Pembuatan komponen-komponen (proses permesinan)

- Perakitan mesin
- Uji coba mesin
- Implementasi mesin di lokasi penelitian.

Rancangan Konstruksi Mesin

Rancangan konstruksi mesin pemintal terdiri atas dua poros utama, masing-masing dilengkapi 2 (dua) buah teromol pemintal (*haspel*) dan masing-masing poros utama digerakkan motor listrik. Perancangan konstruksi teromol pemintal (*haspel*) dapat distop putarannya sementara roda pemintal yang lainnya bisa tetap berputar karena menggunakan sistem kopling pembebas. Selain itu, dilengkapi poros pengatur spasi agar gulungan benang pada *haspel* tidak menumpuk dan bak perendaman kokon yang dilengkapi thermostat untuk mengontrol suhu air rendaman. Dalam penelitian ini, fokus rancang bangun mesin adalah: (a). dimensi rangka mesin yang ergonomis, (b). konstruksi teromol pemintal (*haspel*) yang dapat berputar independen sistem kopling pembebas, (c). bak perendam kokon dengan thermostat pengontrol suhu, (d). sistem transmisi puli-sabuk rendah getaran.

Bahan-bahan yang dipergunakan pada pembuatan mesin pemintal benang sutera ini antara lain besi siku, besi profil, besi pejal, pelat stainless, dan besi pelat. Sedangkan alat-alat/peralatan yang digunakan adalah: Mesin Bubut, Mesin Frais, Mesin Bor, Mesin Gerinda, Mesin Gergaji potong, Mesin bending/rol, dan Mesin Las.

Kegiatan pembuatan mesin pemintal benang sutera ini berorientasi pada penerapan teknologi tepat guna yang terdiri atas beberapa tahapan seperti tahap perancangan, tahap pembuatan (proses manufaktur), tahap perakitan mesin, dan tahap pengujian.

Prosedur Rancang bangun

Kegiatan perakitan mesin dikelompokkan sesuai rancangan urutan perakitan, baik komponen-komponen yang dibuat maupun komponen-komponen yang dibeli. Setelah dirakit, mesin tersebut diuji coba, baik pengujian tanpa beban maupun uji coba pemintalan benang. Prosedur kegiatan penelitian mengikuti tahapan-tahapan berikut:

- **Perancangan**, sebagai acuan dalam rancang bangun mesin pemintal benang sutera ini, langkah awal adalah membuat gambar desain konstruksi mesin berdasarkan data-data awal yang diperoleh dari survei lapangan, baik di sentra-sentra pembuatan benang sutera di daerah maupun di Balai Persuteraan Bili-Bili Kabupaten Gowa.
- **Pembuatan**, pembuatan mesin pemintal benang sutera mengikuti beberapa tahapan secara sistematis. Adapun langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:
 - Rangka utama: Menggunakan besi profil L 5 x 5 cm dipotong sesuai dengan ukuran, proses penyambungan menggunakan las listrik.
 - Poros: Menggunakan besi poros pejal berdiameter 1 inci sesuai ukuran pada gambar, pada bagian ujung yang ditumpu oleh bantalan, diproses bubut finish diameter 25 mm sebagai dudukan bantalan.
 - Teromol penggulung: Meliputi rumah bantalan, bantalan dengan diameter dalam 10 mm. Selain itu komponen rooler juga termasuk penyangga poros, garpu pipa pemintalan, serta engsel pelepas. Jumlah roller yang dibuat sebanyak delapan buah.
 - Rol/Haspel penggulung benang: Terbuat dari bahan pipa paralon sebanyak delapan buah yang dibentuk menjadi teromol. Pada bagian sisi senter kedua ujungnya dilubangi dengan diameter 1" untuk memasang poros yang telah dibuat sebelumnya.
 - Wadah penampung air panas: Menggunakan bahan pelat aluminium dengan ketebalan 1,5 mm, dibuat sebanyak 2 buah, ditempatkan dikedua sisi rangka mesin.
 - Rangka dudukan bak, dudukan poros, dudukan roller, dudukan motor, dan rangka untuk pengatur spasi sebanyak dua buah dengan diameter 1,5 mm untuk alur benang dan untuk penghubung.
 - Dudukan spasi benang, sebanyak empat buah pada setiap ujung pipa.
 - Alur serat sutera: Terbuat dari bahan kawat besi sebanyak delapan buah.
- **Perakitan**, Perakitan komponen-komponen yang dibuat (proses permesinan) dan alat standar yang dibeli dipasang dan ditempatkan sesuai dengan fungsi masing-masing setiap komponen. Bagian tertentu disambung dengan las listrik, sedangkan bagian yang memerlukan perawatan dan bongkar pasang disambung dengan baut-mur.
 - Menyambung besi profil L untuk pembuatan rangka pemintal dengan menggunakan las listrik. Selanjutnya memasang poros utama/penggerak dan roller penggerak pada dudukan poros yang disediakan.

- Memasang komponen roller pemintal/haspel dengan cara memasang sangkar bantalan pada bagian penyangga, kemudian memasang poros transmisi.
- Memasang bantalan sebagaiudukan poros utama pada kedua ujung bagian atas dari panjang rangka sebanyak empat buah.
- Memasang poros utama pada bantalan
- Memasang puli untuk poros utama
- Memasang ke 4 buah komponen roller pada kedudukan rangka.
- Memasang bantalan untuk poros spasi benang.
- Memasang poros spasi benang pada kedudukan yang tersedia.
- Memasang puli spasi benang.
- Memasang spasi benang serta pengaturan jarak spasi benang.
- Memasang wadah penampungan air untuk kokon pada kedudukan rangka bawah.
- Memasang komponen-komponen penunjang pengoperasian pemintalan, termasuk mesin, thermostat, serta pompa air.

Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilaksanakan setelah proses perakitan semua komponen dan komponen standar menjadi satu kesatuan mesin. Hal ini dilakukan untuk memastikan apakah komponen-komponen bekerja sesuai fungsinya. Selanjutnya dilakukan uji coba awal kinerja mesin dengan menempatkan kokon pada tempat/wadah rendaman air panas bersuhu $60^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$, kemudian menarik bakal benang dari kokon, dimasukkan ke lubang pengarah dan digulung pada teromol penggulung. Selanjutnya mesin pemintal dihidupkan untuk menggulung serat kokon tersebut sebagai benang sutera.

Pada proses pengujian, terkadang harus dilakukan perbaikan atau penyetelan komponen/alat yang kurang maksimal bekerja agar keseluruhan sistem dapat bekerja secara optimal. Sebagai contoh salah satu keunggulan mesin pemintal benang sutera ini adalah jika salah satu benang putus pada haspel, maka hanya haspel tersebut yang dihentikan putarannya melalui tuas pelepas putaran.

Pengujian dan pengambilan data kapasitas penggulangan dilakukan berulang-ulang sesuai dengan rancangan data pengujian, yaitu 3 macam putaran, yaitu: 200 rpm, 280 rpm, dan 350 rpm. Sedangkan waktu atau lama pemintalan juga 3 macam, yaitu: 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Data hasil pengujian selanjutnya ditabulasikan dan dianalisa untuk mengetahui unjuk kerja mesin pemintal benang sutera.

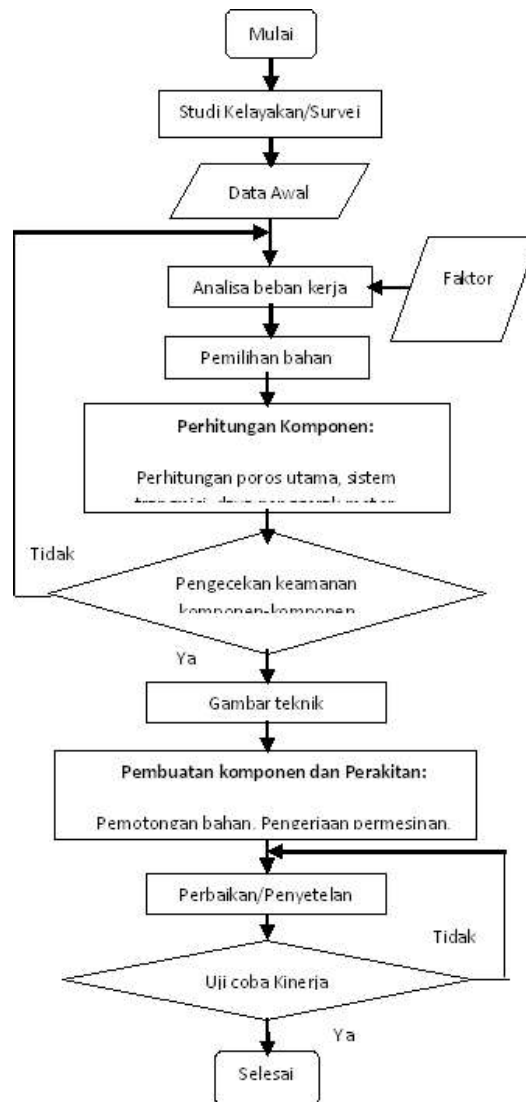
Proses pembuatan komponen-komponen (proses manufaktur) dan pemilihan peralatan standar dapat dilakukan setelah terlebih dahulu dilakukan perhitungan perancangan. Diagram alir proses rancang bangun pembuatan mesin pemintal benang sutera diperlihatkan gambar.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan rancangan konstruksi kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatankomponen-komponen (*manufacturing process*), maka beberapa hasil dari perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

- Daya rencana poros diperoleh = 0,29 HP, sehingga dipilih penggerak motor listrik khusus dengan putaran maks. 1200 rpm.
- Bantalan yang digunakan adalah bantalan gelinding 6205: Diameter dalam = 25 mm; Diameter luar = 52 mm; Kapasitas normal dinamis (C) = 1100 Kg; Kapasitas normal statis (Co) = 730 Kg.
- Diameter poros transmisi 30 mm, pada bagian ujung terpasang bantalan tipe 6205 dengan diameter dalam 25 mm.
- Diameter puli motor listrik = 2"
- Diameter puli poros transmisi I = 3"
- Diameter puli poros transmisi II = 4"
- Diameter puli poros transmisi III = 6"
- Panjang sabuk I = 1753,03 mm
- Panjang sabuk II = 1843,46 mm
- Panjang sabuk III = 1935,82 mm
- Tegangan geser izin elektroda, $\tau_g = 42,747 \text{ N/mm}^2$ (AWS. A60), Tegangan geser pengelasan, $\tau_g = 7,803 \text{ N/mm}^2$ sehingga kekuatan pengelasan aman digunakan.

- Tegangan geser izin baut, $\tau_g = 35 \text{ N/mm}^2$, Tegangan geser yang terjadi pada setiap baut, $\tau_g = 0,821 \text{ N/mm}^2$ sehingga kekuatan baut M12 aman digunakan.
- Bahan pasak St.42 dengan dimensi: lebar, $b = 8 \text{ mm}$; tinggi, $h = 8 \text{ mm}$; panjang, $L = 75 \text{ mm}$; Momen puntir yang terjadi, $T = 2751,3 \text{ Nmm}$. Tegangan geser izin pada pasak, $\tau_g = 23,3 \text{ N/mm}^2$, sedangkan tegangan geser yang terjadi, $\tau_g = 0,361 \text{ N/mm}^2$ sehingga pasak aman untuk digunakan.
- Dimensi rangka $800 \times 700 \times 1000 \text{ mm}$.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Hasil pengujian pemintalan benang sutera dilakukan pada 5 macam putaran, yaitu 630 rpm, 920 rpm, 1030 rpm, 1130 rpm, dan 1500 rpm. Lamanya waktu proses pemintalan untuk setiap macam putaran dilakukan dalam waktu yang sama, yaitu 1 menit. Hal ini untuk menentukan pada putaran berapa yang memberikan kapasitas dan kualitas pemintalan yang paling baik. Dalam hal ini, kokon yang akan dipintal menjadi benang sutera secara kualitas pemintalan ditentukan berdasarkan jumlah kokon yang dapat dipintal dengan baik dan jumlah kokon yang mengalami putus saat proses pemintalan. Sedangkan secara kuantitas atau kapasitas pemintalan berdasarkan jumlah benang sutera yang dapat digulung per satuan waktu tertentu. Data hasil pengujian ditabulasikan sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian kinerja mesin pada beberapa putaran untuk waktu 1 menit

No.	Pengujian	Transmisi antar	Putaran	Panjang benang	Kondisi benang
-----	-----------	-----------------	---------	----------------	----------------

		Puli poros (inch)			(rpm)	terpintal (mm)	
1.	I	8	6	6	630	175.861,98	Tidak putus
2.	II	8	6	4	920	256.814,32	Tidak putus
3.	III	8	6	3	1030	287.520,38	Tidak putus
4.	IV	8	6	2	1180	329.392,28	Tidak putus
5.	V	8	3	2	1500	418.719	Putus 1 kali
Rata-rata untuk 5 data percobaan					1052	293.661,6	rata-rata benang yang tidak putus
Rata-rata untuk 4 data percobaan					940	262.397,28	

Dari data hasil pengujian di atas, maka dipilih putaran yang dianggap paling baik yakni 1180 rpm dengan hasil pintalan benang sutera sepanjang 329.392,28 mm (32,93m). Pada proses pemintalan, suhu air pada bak reeling berkisar antara 40-70derajat celcius. Pengambilan data dilakukan dalam waktu 1 (satu) menit. Dari hasil percobaan tidak ada benang yang terputus. Hal tersebut menjadi bukti bahwa efektivitas dan efisiensi kerja dari proses pemintalan dapat dirasakan oleh operator saat memintal.

Sedangkan pada putaran terendah yaitu 630 rpm hasil pemintalan sebanyak 175.861,98 mm. Secara rata-rata diambil data 4 percobaan yang tidak pernah putus, yaitu putaran 940 rpm dan panjang benang sutera yang dipintal 262.397,28 mm atau 262,4 meter.

Sedangkan pada saat benang terputus pada proses pemintalan berlangsung, sebenarnya tidak sepenuhnya diakibatkan oleh putaran mesin yang digunakan, melainkan pemilihan bahan kokon yang akan dipintal dan suhu air perendaman. Kekuatan tarik benang merupakan salah satu unsur untuk proses pemintalan dan juga untuk penunjang kekuatan benang, sehingga dijadikan acuan mutu bagi benang tersebut. Benang yang lemah mengganggu proses pemintalan atau pembuatan benang karena sering mengalami putus. Kekuatan tarik benang yang ideal pada umumnya diperkirakan sekitar antara 2.001 newton sampai 3.499 newton dimana terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan benang tersebut yaitu, panjang *staple*, kehalusan serat, kekuatan serat, *twist* dan kerataan.

Pada proses pemintalan secara manual, tetap dapat dilakukan apabila terjadi pemadaman atau listrik mati, sehingga proses pemintalan tidak akan berhenti dan produksi tetap berjalan. Pada proses pemintalan secara manual, kecepatan putaran haspel ditentukan oleh operator itu sendiri dengan kata lain semakin baik kondisi stamina operator semakin cepat putaran haspel.

V. KESIMPULAN

1. Pengujian awal kinerja mesin menunjukkan dapat memintal benang sutera dengan baik selama satu menit pada rata-rata putaran mesin 940 rpm dengan panjang benang sutera yang dapat dipintal sebanyak 262,4 meter.
2. Konstruksi mesin ini lebih praktis dan efisien karena lebih ringan/kecil serta mudah dibongkar pasang untuk perawatan dengan dimensi luar 800 x 700 x 1000 mm (PxLxT), sehingga secara ekonomi pembuatannya lebih murah.
3. Penyuluhan mesin ke lokasi usaha mitra mendapat perhatian yang cukup antusias, dimana kualitas dan efektivitas pemintalan lebih baik bila dibandingkan mesin pemintal benang sutera tradisional yang mereka miliki.
4. Penyerahan mesin ke mitra usaha pemintal benang sutera di Kabupaten Soppeng telah terlaksana dengan baik dengan melakukan peragaan tatacara pengoperasian mesin dan penyuluhan pada tanggal 7 Agustus 2016.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada DPRM Kemenristek Dikti yang telah memberikan kesempatan dan bantuan dana untuk kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua UPPM, Ketua Jurusan Teknik Mesin, dan Kepala Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah mengizinkan penggunaan fasilitas dalam mendukung penelitian ini.

REFERENSI

- Tahir, Ismail. *Sutera Lokal SulSel Puna?* 2011. (Online). (<http://soppengkab.go.id>. diakses 20 Maret 2014)
- Dinas Kehutanan Provinsi Sulsel. 2009. *Data Base Perekonomian Kabupaten Soppeng*. (Online), <http://southelebes.wordpress.com>. diakses 20 Maret 2014).
- Taslim, Reny Sri Ayu. *Welcome to Kota Kalong Soppeng*. 2008. (<http://southelebes.wordpress.com>. diakses 8 Maret 2014).
- Sularso dan Kiyokatsu Suga. *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Edisi ke 9. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1997.
- Khurmi, R.S. Gupta, J.K. *Machine Design*. Ed.3. New Delhi: Eurasia Publishing House Ltd., 1994.
- Shigley, Joseph E. *Perencanaan Teknik Mesin*. Jakarta: Erlangga, 1996.