

PENGEMBANGAN ATBM (ALAT TENUN BUKAN MESIN) MENGUNAKAN SISTEM DOBBY ELEKTRONIK

DEVELOPING OF ATBM USING ELECTRONIC DOBBY SYSTEM

Ferry Guswandhi, Rizal Fahrurroji

Balai Besar Tekstil, Jalan Jendral Ahmad Yani No. 390 Bandung
E-mail : texirdti@bdg.centrin.net.id

Tanggal diterima: 28 Agustus 2017, direvisi: 19 Juli 2018, disetujui terbit: 20 Juli 2018

ABSTRAK

Salah satu tahapan dalam pertenunan ATBM *dobby* ialah pembuatan desain tenun (gambar desain, penyusunan kartu *dobby*, pemasangan kartu pada perangkat *dobby*). Tahapan ini relatif lama terutama untuk desain yang rumit. Penelitian pembuatan ATBM *dobby* elektronik diharapkan dapat mempersingkat proses desain kain tenun ATBM. Penelitian meliputi pembuatan rangka ATBM, menyusun perangkat *dobby* elektronik, pembuatan *software* desain, pembuatan sistem kontrol *dobby* elektronik, persiapan pertenunan, dan pengujian ATBM (proses tenun). Hasil pengujian ATBM *dobby* elektronik dibandingkan dengan ATBM *dobby* mekanik dalam hal pembuatan kain tenun menunjukkan bahwa ATBM *dobby* elektronik unggul dalam hal pembuatan desain, mekanisasi proses tenun (pembukaan mulut lusi, penguluran benang lusi dan penggulungan kain), dan kemudahan operasional tenun berkat penerapan teknologi elektronik.

Kata kunci : pertenunan, ATBM, sistem *dobby*, *software* desain, sistem kontrol elektronik

ABSTRACT

One stage in weaving doobbyhandloom is making woven design (pattern making, arrange doobby card, set up the card on doobby device). This relatively long especially for complicated designs. The research of manufacture of electronic doobby handloom is expected to shorten the design process of handloom woven fabric. The research includes designing of ATBM frame, arranging the electronic doobby device, making of software design, the manufacture of electronic doobby system, weaving preparation, and handloom testing (weaving process). Handloom of electronic doobby test results compared to mechanics doobbyhandloom in terms of fabrics manufacture shows that electronics doobbyhandloom excel in terms of making design, mechanization of weaving process (shedding, let-off and fabric take up), and ease of operation of weaving thanks to the application of electronic technology.

Keywords : *weaving, handloom, doobby system, software design, electronic control system*

PENDAHULUAN

Kain tenun tradisional yang dihasilkan beberapa daerah di Indonesia pada umumnya dibuat secara manual menggunakan Alat Tenun Bukan Mesin (ATBM) atau menggunakan gedogan dimana teknologinya masih sangat sederhana. Penggunaan ATBM maupun gedogan dalam memproduksi kain tenun relatif lama, semakin variatif desain yang ingin dihasilkan maka semakin banyak pula waktu yang dibutuhkan, baik saat proses tenun atau persiapan pertenunannya.¹

Penelitian ini bertujuan mengembangkan ATBM dengan menggunakan sistem *dobby* elektronik. Dalam rancang bangun ini, beberapa fungsi tenun pada ATBM diganti mekanisme kerjanya secara elektronik, diantaranya fungsi *dobby*, penguluran benang lusi dan penggulungan kain. Kain yang dihasilkan tetap memiliki ciri dan karakteristik hasil tenun ATBM. Dengan dikembangkannya ATBM *dobby* elektronik tersebut diharapkan proses pembentukan desain menjadi lebih cepat dan dapat digunakan kembali

dengan memanggil data desain yang diinginkan karena data desain sudah tersimpan pada *database* komputer.

Totok Wartiono pada 2008 telah mengembangkan ATBM dengan pengendali PLC (*Programmable Logic Control*) bertujuan untuk mengembangkan tenun.² Pada penelitian tersebut semua gerakan pertenunan dikontrol oleh PLC untuk memudahkan penenun dalam mengoperasikan ATBM.

Pada penelitian ini difokuskan pada pengembangan alat pembentukan desain, yaitu *dobby*, dengan mengubah kinerjanya dari semula mekanik menjadi elektronik. *Dobby* merupakan perangkat alat/mesin tenun yang berfungsi mengangkat kamran (*heald frame*) melalui skema kartu *dobby*, *hook* dan tali sehingga sebagian kamran naik hingga terbentuk anyaman tenun.³ Pada ATBM yang menggunakan *dobby* secara mekanik, proses persiapan untuk membuat desain relatif lama hal ini dikarenakan adanya proses pemasangan paku pada kartu *dobby* yang memerlukan ketelitian dan tingkat kesulitan tinggi terutama untuk desain yang lebih variatif.

Perubahan kinerja *dobby* dari mekanik menjadi elektronik diatur oleh suatu sistem kontrol elektronik. Sistem kontrol elektronik adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkaian harga (range) tertentu.⁴ Di dalam dunia industri, dituntut suatu proses kerja yang aman dan berefisiensi tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang baik serta dengan waktu yang telah ditentukan. Otomatisasi sangat membantu dalam hal kelancaran operasional, keamanan (investasi, lingkungan), ekonomi (biaya produksi), mutu produk, dll.⁵

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menganalisis tiga faktor utama dalam pembuatan ATBM *dobby* elektronik. Tiga faktor tersebut yaitu desain rangka ATBM, desain sistem *dobby* elektronik, desain sistem kontrol elektronik berbasis relay dan software desain.

Desain Rangka ATBM Dobby Elektronik

Rangka ATBM yang dibuat disesuaikan dengan sistem *dobby* elektronik yang dikembangkan. Pada ATBM *dobby* mekanik, posisi *dobby* umumnya berada diatas. Pada ATBM *dobby* elektronik posisi *dobby* berada dibawah.

Desain Sistem Dobby Elektronik

Dobby elektronik merupakan penghubung antara sistem elektronik dan tali kamran. Sistem elektromagnet pada perancangan *dobby* elektronik berperan penting sebagai penghubung antara sistem elektronik dan tali kamran.⁶ Sistem elektromagnet pada *dobby* elektronik berperan terhadap pergerakan *hookdobby* juga terhadap kualitas kain tenun. Perancangan sistem elektromagnet yang kurang optimal akan berakibat terhadap kurangnya tegangan benang lusi sehingga benang menjadi putus dan kualitas kain tenun berkurang.

Dobby elektronik menjadikan proses tenun lebih efisien dan mengurangi keterlibatan manusia terhadap kinerja mesin.⁷ *Dobby* elektronik menjadikan ATBM lebih fungsional. ATBM *dobby* elektronik terdiri dari 8 *solenoid* yang berfungsi mengangkat kamran.

Desain Sistem Kontrol Elektronik

Sistem kontrol diperlukan untuk mengendalikan kinerja *dobby* elektronik agar lebih optimal. Input berupa anyaman tenun secara digital diatur melalui injakan sehingga terjadi perpindahan desain setiap *pick*-nya. Input diteruskan melalui sistem elektronik untuk menggerakkan motor sesuai desain anyaman. Motor bergerak maju-mundur berkat adanya relay. Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektro-mekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*).⁸ Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.⁹ Tahapan alur sistem elektronik pada ATBM *dobby* elektronik seperti terlihat pada Gambar 1. Sedangkan ntuk mengetahui hubungan antar komponen elektronik maka disusunlah skema diagram blok seperti pada Gambar 2.

Bahan Baku Benang

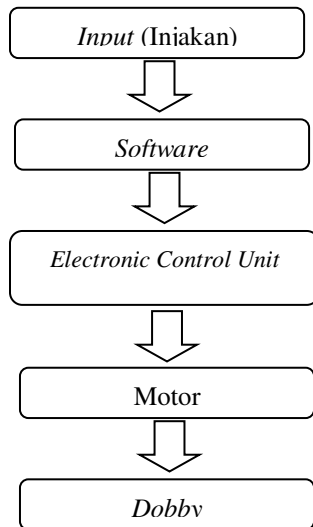
Benang yang digunakan yaitu benang kapas dengan nomor benang Ne₁ 30 untuk lusi dan pakan.

Penghanian

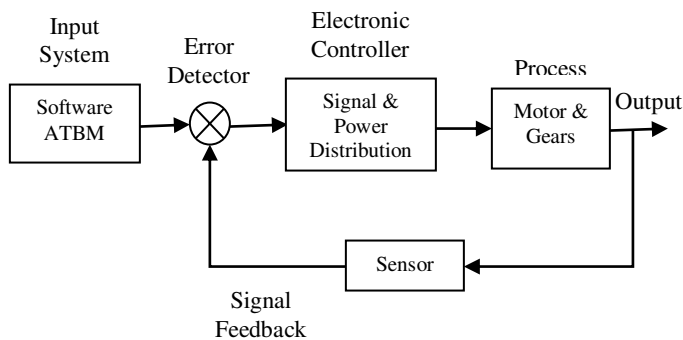
Penghanian ialah mempersiapkan benang lusi pada beam lusi/tenun dengan jumlah helai benang,

panjang dan lebar tertentu berdasarkan rencana tenun¹⁰, sehingga siap untuk ditenun.

Lebar kain : 60 cm
 Jumlah benang lusi : 1100 helai
 Panjang benang lusi : 30 meter
 Nomor sisir tenun : 30



Gambar 1. Alur Sistem Elektronik



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kontrol Elektronik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Rangka ATBM Dobby Elektronik

Rangka ATBM *dobby* elektronik dirancang dengan menyesuaikan perangkat-perangkat tambahan yang terpasang pada ATBM tersebut. Perangkat tambahan tersebut ialah sistem kontrol elektronik, perangkat *dobby* elektronik dan komputer. Hasil desain rangka ATBM *dobby* elektronik dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



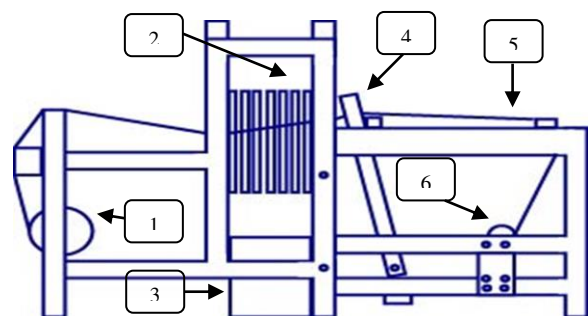
Gambar 3. ATBM Dobby Elektronik

Rangka ATBM dibuat dari kayu jati didasarkan atas karakteristiknya yang stabil, kuat dan tahan lama membuat kayu ini menjadi pilihan utama sebagai material bahan rangka ATBM. Kayu jati juga terbukti tahan terhadap jamur, rayap dan serangga lainnya karena kandungan minyak di dalam kayu itu sendiri.¹¹ Tidak ada kayu lain yang memberikan kualitas dan penampilan sebanding dengan kayu jati.

Rangka ATBM dibuat dari kayu jati dengan dimensi :

Panjang : 110 cm
 Lebar : 92 cm
 Tinggi : 115 cm
 Jumlah kamran : 8

Dimensi ATBM ini memiliki lebar sisir tenun 65 cm, sementara untuk lebar sisir efektif 60 cm. Lebar sisir efektif ialah lebar sisir yang terisi oleh benang lusi. Rangka ATBM *dobby* elektronik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangka ATBM Dobby Elektronik (Tampak Samping)

Keterangan :

1. Beam lusi
2. Kamran
3. Perangkat doobby
4. Lade
5. Kain tenun
6. Beam kain

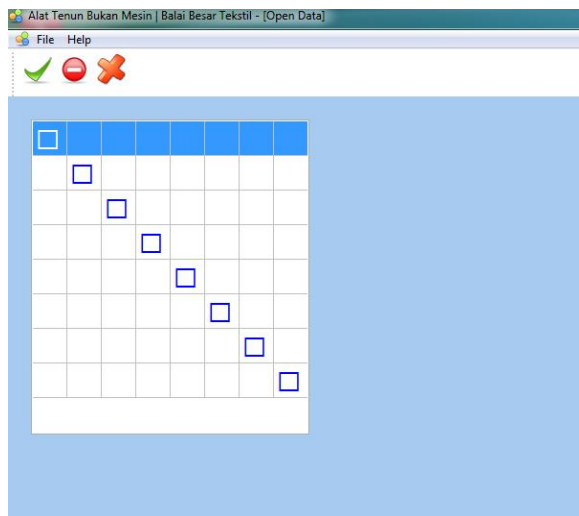
Desain Sistem Kontrol Elektronik

Relay merupakan salah satu sistem kontrol elektronik yang banyak dikembangkan dan dapat terintegrasi dengan sistem IT, komputer dan permesinan.¹² Sistem kontrol elektronik berbasis *relay* ini dikembangkan untuk menghubungkan perintah kerja dari komputer dengan perangkat *dobby* elektronik. Sistem kontrol elektronik dapat dilihat seperti Gambar 5.



Gambar 5. Sistem Kontrol Elektronik

Perintah kerja dari komputer yaitu berupa desain tenun yang digambar pada *software CAD (Computer Aided Design)*. *Software CAD* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk membuat model *digital* untuk memudahkan dalam proses industri.¹³ *Software* desain ini merupakan rancangan sendiri dengan nama *software ATBM*. *Software* ini dirancang untuk memudahkan penenun dalam membuat desain tenun. Tampilan *software ATBM* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Software* Desain ATBM

Perintah kerja ATBM diawali dari desain tenun yang terdapat pada *software* desain ATBM.

Pada tampilan *software* diatas, kotak biru menandakan kamran naik dan sebaliknya. Susunan *software* ke arah kolom horizontal menunjukkan jumlah kamran (8 unit), sedangkan setiap baris ke arah vertikal menunjukkan jumlah benang pakan setiap *repeat*-nya.

Melalui injakan elektronik, perintah akan disalurkan dari *software, electronic control unit* dan perangkat *dobby* elektronik hingga kamran naik sesuai dengan desain tenun. Tanda kotak pada tampilan *software ATBM* diatas (Gambar 6) menunjukkan bahwa kamran naik.

Desain Sistem Dobby Elektronik

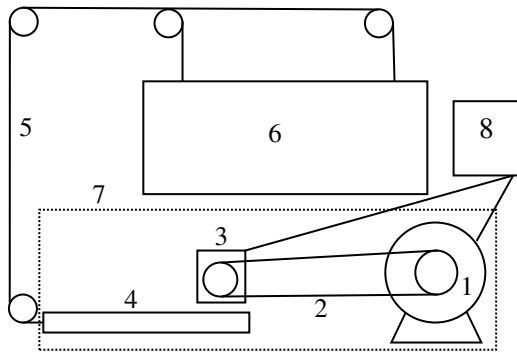
Perangkat *dobby* elektronik terdiri dari motor, *solenoid, hook bar, rantai* dan tali yang terhubung dengan kamran. Skema perangkat *dobby* elektronik dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perangkat *Dobby* Elektronik

Prinsip kerja dari perangkat *dobby* elektronik ialah arus perintah dari *electronic control unit* diteruskan kepada perangkat *dobby* sehingga *solenoid* akan menempel pada *hook dobbie*. Kemudian dengan adanya putaran motor, *solenoid* akan menarik *hook* yang terhubung dengan kamran sehingga kamran terangkat. Skema perangkat *dobby* elektronik dapat dilihat pada Gambar 8.

Solenoid telah banyak digunakan secara luas pada perangkat elektromagnet karena mempunyai struktur yang sederhana dan besaran gaya elektromagnet dapat dikontrol dengan mengubah arus listrik yang diberikan pada *solenoid*.¹⁴



Gambar 8. Skema Perangkat *Dobby* Elektronik (Tampak Depan)

Keterangan :

1. Motor
2. Rantai
3. *Solenoid*
4. *Hook bar*
5. Tali kamran
6. Kamran
7. Perangkat *dobby* elektronik
8. *Electronic control unit*

Hasil pengujian ATBM doobby elektronik

Pengujian dilakukan dengan proses pertenenan pada ATBM berdasarkan benang lusi yang telah disiapkan pada proses hani. Beberapa hal yang

menjadi parameter dalam pengujian ATBM ini ialah:

1. Sistem kerja *dobby* elektronik
2. Pembukaan mulut lusi (*shedding*), yaitu proses menaikkan atau menurunkan sebagian benang lusi. Proses naik kamran perlu diperiksa apakah kurang naik/tidak terutama untuk kamran paling belakang, kemudian besaran tegangan lusi juga perlu diperhatikan. Mulut lusi yang bersih berarti pengangkatan lusi relatif rata dan saat teropong lewat tidak mengalami kesulitan yang berarti seperti misalnya teropong menabrak benang lusi.
3. Peluncuran benang pakan (*Filling*), yaitu proses memasukkan benang pakan ke dalam mulut lusi. Kelancaran proses memasukan benang pakan bergantung kepada mulut lusi yang terbentuk.
4. Pengetekan benang pakan, yaitu proses merapatkan benang pakan.
5. Penguluran benang lusi dari lalatan (*beam*) tenun.
6. Penggulungan kain pada rol kain.

Berikut adalah hasil uji kinerja ATBM *dobby* elektronik dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Unjuk Kinerja ATBM *Dobby* Elektronik

No	Parameter	Hasil Uji	Tindakan Perbaikan
1	Pembukaan mulut lusi termasuk juga tegangan benang lusi.	Kamran no 6, 7, 8 kurang naik	Simpul tali kamran untuk ketiga kamran dinaikkan
2	Peluncuran benang pakan	Baik	-
3	Penguluran benang lusi	Baik	-
4	Penggulungan kain	Baik	-
5	Komunikasi antara <i>software</i> desain, sistem kontrol ATBM dan <i>dobby</i> elektronik	Terkadang terputus	1. Disusun standar prosedur kerja untuk operasional ATBM, agar penenun tidak salah operasi yang menyebabkan terganggunya komunikasi antara ATBM dan <i>software</i> desain 2. Periksa perangkat elektronik terutama relay dan sekring (<i>fuse</i>)

Hal yang menjadi perhatian pada unjuk kinerja ATBM *dobby* elektronik ialah komunikasi yang sering terputus antara *software* dan *electronic control unit*, hal ini menyebabkan kinerja perangkat *dobby* elektronik terganggu (*solenoid jammed*). Hal yang dilakukan jika terjadi hal demikian ialah :

1. *Restart* sistem
2. Sikring (*fuse*) diperiksa, apakah putus atau tidak
3. Relay diperiksa, apakah putus atau tidak.

Hasil Pengujian Kain

Kain tenun hasil ATBM *dobby* elektronik dapat digunakan sebagai bahan pakaian (sandang) dan non sandang. Pada Gambar 9 berikut ini merupakan kain tenun hasil ATBM *dobby* elektronik yang digunakan sebagai taplak meja.



Gambar 9. Kain Hasil ATBM *Dobby* Elektronik

Sedangkan untuk kain sandang (pakaian) harus melalui berbagai uji agar kain tersebut siap digunakan sebagai bahan pakaian. Hasil pengujian kain tenun ATBM *dobby* elektronik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Fisika Kain Tenun ATBM *Dobby* Elektronik*)

No	Jenis Uji	Hasil Uji
1	Lebar kain, m (inci)	0,6 (23,6)
2	Berat Kain g/m ² (g/m)	112,7 (120,1)
3	Konstruksi kain : 1. Tetal lusi, hl/cm (hl/inci) 2. Tetal pakan, hl/cm (hl/inci) 3. Nomor benang lusi, Ne ₁ 4. Nomor benang pakan, Ne ₁ 5. Anyaman	18 (46) 16 (41) 30 30 Keper
4	Kekuatan tarik : 1. Arah lusi, N (kg) 2. Arah pakan, N (kg)	245,3 (24,5) 271,2 (27,2)
5	Mulur : 1. Arah lusi, % 2. Arah pakan, %	18,0 8,0
6	Kekuatan sobek Elemendorf: 1. Arah lusi, N (kg) 2. Arah pakan, N (kg)	48,1 (4,8) 49,2 (4,9)
7	Pilling box 3 jam	4
8	Gosok martindale s/d putus, Σ gosokan	10000

*) : Hasil uji berdasarkan SNI 0051:2008, Persyaratan Kain Tenun Untuk Kemeja.¹⁵

Kain tenun ATBM *dobby* elektronik yang dihasilkan memiliki lebar kain 60 cm dan panjang kain 30 m. Kekuatan tarik kain/inci ialah 245,3 N atau 24,5kg (arah lusi) dan 271,2 N atau 27,2 kg (arah pakan). Pada SNI 0051:2008, persyaratan minimum untuk kekuatan tarik ialah 107,9 N atau 11 kg sehingga kain ATBM ini masih masuk dalam standar SNI.

Kualitas kekuatan sobek kain ATBM ini ialah 48,1 N atau 4,8 kg (arah lusi) dan 49,2 N atau 4,9kg (arah pakan). Standar SNI 0051:2008 untuk kekuatan sobek ialah minimum 6,9 N (0,7kg) sehingga kain ATBM ini masih masuk dalam standar SNI.

Anyaman kain adalah keper. Anyaman keper merupakan anyaman dasar yang dapat dibuat pada ATBM *dobby*. Keper adalah anyaman yang dapat merupakan garis-garismiring pada permukaan kain, kemiringan dapat ke arah kiri (keper kiri) atau kanan (keper kanan).¹⁶ Contoh kain dengan anyaman keper salah satunya ialah kain denim (*jeans*).

Perbandingan ATBM *Dobby* Mekanik dan ATBM *Dobby* Elektronik

Perbandingan ATBM *dobby* mekanik dan *dobby* elektronik meliputi pembuatan desain tenun (rencana desain, gambar desain dan penyusunan kartu *dobby* serta pemasangan kartu *dobby* di ATBM) dan gerakan dasar pertenenan. Seperti dijelaskan pada Tabel 3.

ATBM *dobby* elektronik memiliki keunggulan dalam bidang persiapan desain tenun. Persiapan desain merupakan hal penting dalam pertenenan *dobby* dan rawan terjadi kesalahan. Persiapan desain tenun meliputi rencana desain, gambar desain dan penyusunan kartu *dobby* serta pemasangan kartu *dobby* di ATBM.¹⁷ Dengan diubah secara elektronik maka proses ini menjadi mudah bagi penenun, dan penenun dapat secara mudah memeriksa jika terjadi kesalahan desain tenun atau anyaman.

Keunggulan lainnya yaitu kemudahan dalam pengaturan tegangan benang lusi. Tegangan benang lusi dalam pertenenan berpengaruh terhadap kelancaran proses tenun.¹⁸ Tegangan benang lusi dipengaruhi beberapa faktor berikut ini

1. Kualitas benang
2. Proses penghanian
3. Sistem pengatur tegangan benang lusi pada ATBM/mesin tenun

Kualitas benang dan penghanian merupakan faktor diluar proses tenun, baik ATBM maupun mesin tenun. Kualitas benang sangat berpengaruh terhadap proses tenun. Pemilihan benang yang tepat akan meningkatkan efisiensi proses tenun dan

mengurangi waktu berhenti mesin (*stoppage*).¹⁹ Penghanian merupakan proses persiapan pertununan yang memiliki peran vital dalam proses pertununan terutama mengenai tegangan benang. Faktor proses penghanian yang sangat penting yaitu keseragaman tegangan benang dari creel hingga tambur, jenis dan nomor benang yang sama serta kekerasan gulungan benang lusi pada *beam* tenun.²⁰

Tabel 3. Perbandingan ATBM Dobby Mekanik dan ATBM Dobby Elektronik

No.	Parameter	ATBM Dobby Mekanik	ATBM Dobby Elektronik
1	Pembuatan desain tenun	Menggunakan kertas desain	Dilakukan di komputer dengan software desain
2	Penyusunan paku pada kartu doobby (untuk motif diamond)	Dilakukan 1 jam atau lebih dan perlu ketelitian terutama desain yang rumit	Dilakukan secara otomatis saat pembuatan desain tenun (No.1)
3	Pemasangan kartu doobby pada ATBM	Dilakukan selama 30 menit-1jam, atau tergantung dari panjangnya kartu doobby	Dilakukan secara elektronik
4	Sistem penguluran benang lusi	Manual	Elektronik
5	Sistem penggulangan kain	Manual	Elektronik
6	Sistem peluncuran benang pakan	Manual	Manual
7	Sistem pengetekan	Manual	Manual
8	Sistem pembukaan mulut lusi	Injakan mekanik	Injakan elektronik

Sistem pengatur tegangan benang lusi pada ATBM umumnya ialah menggunakan tali dan batang kayu untuk mengatur putaran *beam* benang lusi. Sistem penggulangan kain menggunakan roda gigi *rachet*. Pada ATBM *dobby* elektronik sistem penguluran benang lusi dan penggulangan kain diubah secara elektronik yaitu dengan penambahan motor pada bagian *beam* benang lusi dan rol kain. Sehingga penenun dengan mudah dapat mengatur

tegangan benang lusi hanya dengan menekan tombol penguluran benang lusi dan penggulangan kain.

Dengan modifikasi pada bagian desain tenun dan gerakan pertununan pada ATBM, hal ini terbukti memudahkan penenun. Hal ini juga berpengaruh terhadap kinerja operator tenun terutama dalam hal produktivitas. Kinerja mesin yang lebih optimal berpengaruh terhadap tenaga operator tenun yang digunakan lebih rendah jika dibandingkan dengan ATBM *dobby* mekanik.

KESIMPULAN

Dari kegiatan yang telah dilakukan, pada prinsipnya ATBM *Dobby* Elektronik tersebut dapat berjalan dengan baik. Beberapa hal yang dapat disimpulkan adalah.

1. ATBM yang dihasilkan memiliki kapasitas 8 kamran, penguluran lusi dan penggulangan kain secara elektronik, dan 1 unit *software* desain.
2. Kualitas kain hasil ATBM *dobby* elektronik telah diuji sesuai dengan SNI 0051:2008, kain tenun untuk kemeja. Hasil uji menunjukkan kualitas kain ATBM berada diatas persyaratan minimal SNI 0051:2008.
3. Parameter pengujian ATBM *dobby* elektronik ialah pembentukan mulut lusi termasuk juga besarnya tegangan lusi, peluncuran pakan, penguluran benang lusi, penggulangan kain, dan komunikasi antara *software* desain dan ATBM.
4. Parameter pembukaan mulut lusi dan komunikasi antara *software* desain dan ATBM, menjadi 2 parameter yang sering menyebabkan terjadinya kesalahan (*error*) pada ATBM.
5. Solusi untuk mengurangi berhenti mesin karena masalah pembukaan mulut lusi yang tidak rata yaitu dengan mengatur ketinggian simpul tali kamran. Sedangkan untuk mengurangi berhenti mesin karena masalah komunikasi antara *software* desain dan ATBM yaitu dengan membuat standar prosedur kerja ATBM *dobby* elektronik dan memeriksa kondisi sikring (*fuse*) dan *relay*.

PUSTAKA

1. Intani T, Ria. *Tenun Gedogan Dermayon*. Patanjala Vol. 2, No. 1 Maret : 35-47 (2010).
2. Wartiono, Totok., Wiyono., Musabbikhah. *Inovasi ATBM dengan Pengendali PLC (Programmable Logic Control) Sebagai Alat Tenun Alternatif*. Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Elektro(2008).
3. Adanur, Sabit. *Handbook of Weaving*. Pennsylvania : Technomic Publishing Co. Inc. (2000).

4. Ali Ramdani, Moch., Latief, Mohammad. *Sistem Kendali Listrik Berbasis Android*. Jurnal Informasi Vol. VIII No. 1 Februari (2016).
5. Kurniawan, Wahyu Dwi., Budijono, Agung Prijo. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mekatronika Berbasis Komputer Pokok Bahasan Programmable Logic Controller Berorientasi Pada Pembelajaran Langsung*. Jurnal Pendidikan Tinggi dan Kejuruan, Vol. 1 No. 3 (2013).
6. Yin, Honghuan., Yu, Hongbin., Jin, Yonglian., Li, Xuekui. *Comprehensive Performance Test of Dobby and Analysis System*. International Conference on Mechatronics Engineering and Information Technology (ICMEIT) , 343-348(2016).
7. Farhan, Khalid., Ahmad, Tasweer., Khalid, Ali. *Framework for Automated Dobby Based Fabric Design System*. International Journal of Scientific and Engineering Research Vol. 5, 879-885(2014).
8. Laksono, Heru Dibyo., Sonni, M. Nasir. *Perancangan dan Implementasi Arus Lebih Sesaat Berbasis Microcontroller*. Gematek Jurnal Teknik Komputer, Vol. 9 No. 2, September (2007).
9. Alamsyah., Amir, Ardi., Faisal, Muhammad Nur. *Perancangan dan Penerapan Sistem Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web*. Jurnal Mekanikal Vol. 6 No. 2, 577-584(2015).
10. Castelli, Giovanni., Maietta, Salvatore., Sigrisi, Giuseppe., Slaviero, Ivo Matteo. *Weaving : References Books of Textile Technologies*, Milan : Fondazione ACIMIT (2000).
11. Hadjib, Nurwati., Muslich, Mohammad., Sumarni, Ginuk. *Sifat Fisis Kayu Jati Super dan Jati Lokal dari Beberapa Daerah Penanaman*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 24 No. 4, 359-369 (2006).
12. Doi, Hiroki., Shioyama, Takuto., Fujikawa, Fuyuki., Serizawa, Yoshizumi. *Study on Delay Time Evaluation for Carrier Relay System Using IP Communications Technology*. Journal of International Council on Electrical Engineering, 3:3, 234-239 (2013).
13. Ball, Alex. *Preserving Computer-Aided Design (CAD)*. Great Britain : Digital Preservation Coalition (2013).
14. Song, Chang-Woo., Lee, Seung-Yop. *Design of a Solenoid Actuator with a Magnetic Plunger for Miniaturized Segment Robots*. Applied Science, 5, 595-607 (2015).
15. Badan Standardisasi Nasional. *SNI 0051:2008 Kain Tenun untuk Kemeja*, Jakarta : Badan Standardisasi Nasional, (2007).
16. Soekarso, R. *Pengantar Ilmu Anyaman Tekstil*. Bandung : Tarate (1974).
17. Suantara, Dermawati., Siregar, Yusniar., Moeliono, Moekarto. *Karakteristik Kain ATBM Dobby Hasil Pengembangan Motif Batik Khas Kota Bandung Sebagai Motif Tenun Ikat Untuk Kain Kemeja*. Arena Tekstil Vol. 31 No. 1 : 17-22 (2016).
18. Kim, Hwan Kuk., Chun, Du Hwan., Kim, Jung Han. *A Study on Correlation between Warp Tension and Weaving Condition*. Fibers and Polymers, Vol. 14, No. 12 (2013).
19. Dubrovski, Polona Dobnik. *Woven Fabric Engineering*. Rijeka : Sciyo (2010).
20. Fernando, Eask., Kuruppu, R. U. *Tension Variation in Sectional Warping, Part I : Mathematical Modelling of Yarn Tension in a Creel*. International Journal of Engineering and Advanced Technology, Vol. 4, Issue 3 (2015).