RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BATIK CAP OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM ELEKTRO PNEUMATIK

Penyusun :
RIZALDI DIO NOVIANDRI (16051001)
TEKNIK MESIN

Dosen Pembimbing
SLAMET RIYADI,S.T., M.Si.(0719117101)

ABSTRAK

Batik merupakan komoditas yang saat ini sedang berkembang pesat. Batik sekarang telah menjadi trend mode di semua kalangan sehingga membuat para pengrajin batik semakin semangat mengembangkan produknya. Pada proses tersebut batik masih melakukan pengecapan secara manual. Dengan menggunakan canting cap batik dan tangan operator memerlukan tenaga yang besar dalam pengoprasiannya sehingga mengakibatkan hasil yang tidak seragam. Proses tersebut masih kurang efisien dan efektif yang mana hanya mampu memproduksi 15 lembar kain dalam 1 hari, dan juga masih jauh dari segi kepresisisan dalam proses pengecapan.

Latar Belakang

Negara Republik Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman pulau, bahasa, suku bangsa dan juga budaya. Salah satu dari *typical* budaya Indonesia adalah batik. Batik dan Negara Indonesia adalah dua hal yang tidak bisa dipisahkan satu sama lain, karena batik adalah salah satu kekayaan yang hanya dimiliki oleh bangsa Indonesia. Industri batik skala kecil mempunyai karakteristik khusus dan merupakan kebudayaan Indonesia yang tetap bertahan sampai saat ini.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana menciptakan mesin pencetak batik cap semi otomatis dengan sistem elektro pneumatik sebagai alternatif tepat bagi pengrajin batik untuk meningkatkan produktivitas kerajinan batik?
2. Berapa gaya pengecapan dan bagimana mendapatkan perencanaan pemilihan diameter silinder pneumatik yang digunakan?
3. Bagaimana merancang dan membuat mesin pencetak batik cap yang bekerja secara optimal dan aman?

Hampir di setiap provinsi di Indonesia memiliki ciri khas batiknya masing-masing dan terdapat 3 model pembuatan batik yaitu dengan tulis, cap, dan printing. Batik merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang telah ditetapkan UNESCO sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Nonbendawi (*Masterpieces of the Oral and Intangible Heritage of Humanity*) sejak 2 Oktober 2009 (Anwar Khumain, 2009).

Pengukuhan UNESCO pada karya Bangsa Indonesia tepatnya pada tanggal 2 Oktober 2009 bahwa batik sebagai warisan budaya tak benda adalah sebuah penghargaan yang tak ternilai. Ditetapkannya batik Indonesia menjadi warisan budaya tak benda UNESCO, merupakan tantangan sekaligus peluang. Pemerintah pusat dan pemerintah daerah pada khususnya, harus lebih agresif dan berkesinambungan dalam melakukan pembinaan dan pengembangan agar pengakuan UNESCO bisa tetap dipertahankan. Disamping itu tidak

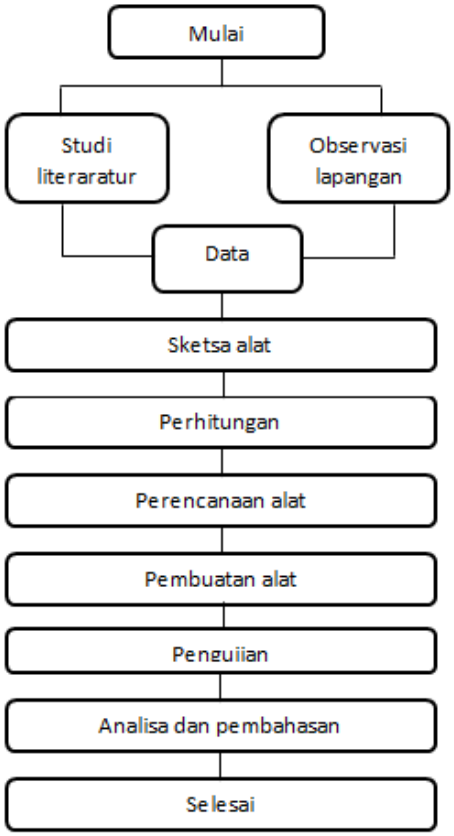
kalah pentingnya bagaimana batik ini mampu meningkatkan devisa dan pendapatan daerah serta pengrajin batik.

Negara-negara yang juga mengembangkan industri batik seperti Malaysia, Thailand, Vietnam, dan China merupakan ancaman serius terhadap eksistensi industri Batik Indonesia. Mengingat Negara-negara tersebut juga mengekspor batik ke Indonesia dalam jumlah yang cukup besar dengan harga yang murah seiring diberlakukannya ACFTA (Tahun 2010) dan MEA (Tahun 2015). Melihat kondisi tersebut industri batik dalam negeri harus terus diperkuat dan dikembangkan eksistensinya secara berkesinambungan.

1. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alir pada gambar dibawah ini:



Gambar 1 : Diagram alir

Dari digram alir diatas diperinci lagi sebagai berikut:

1.1.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan adalah pengamatan langsung untuk memperoleh data dari lokasi pengamatan. Proses pembuatan Batik dimulai dari Pemberian desain dengan malam, pemlorotan malam, pemberian warna, dan hal *Finishing* lainnya. Disini kami menemukan permasalahan yang sering dialami kebanyakan pengrajin batik, yaitu pada proses pembuatan batik cap. Oleh karena itu, kami membuat alat mesin pencetak batik cap dengan sistem elektropneumatik sebagai solusi masalah yang dihadapi tersebut. Selain itu kami dapat mempertimbangkan peralatan apa yang harus dirancang ulang supaya penggunaannya lebih efektif dan efisien.

1.1.2 Studi Literatur

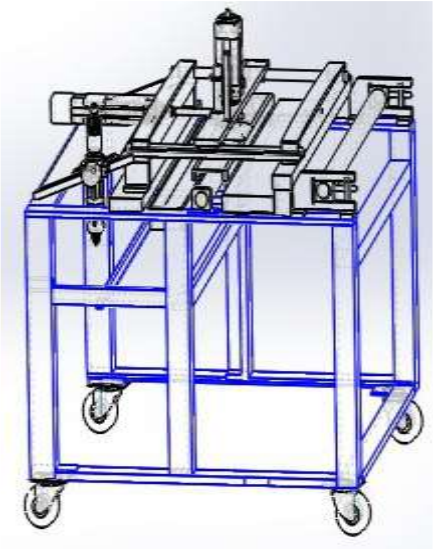
Study Literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi teori yang relefan dengan permasalahan pada tugas akhir ini dan dibandingkan dengan hasi luji coba lapangan. Kegiatan study litelatur ini meliputi 2 kegiatan, yaitu:

- Pengumpulan materi tinjauan pustaka yang berkaitan dengan perencanaan sistem elektro pneumatik, gaya silinder pneumatik,gaya penekanan. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal internasional, jurnal nasional, *text book*, dan tugas akhir yang masih berhubungan.
- Melakukan uji coba menggunakan neraca timbangan badan dan canting batik cap untuk mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pengecapan kain.

1.1.3 Mendapatkan Data

Pengambilan data ini berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara pada saat observasi lapangan.

1.1.4 Sketsa Alat



Gambar 2 : Sketsa Alat

Sketsa alat digunakan untuk memulai perencanaan alat perhitungan dimensi alat yang akan direalisasikam dalam bentuk nyata agar dalam proses pembuatan rancang bangun alat agar sesuai yang diharapkan dan dapat meminimalisir kesalahan yang ada.

1.1.5 Perhitungan

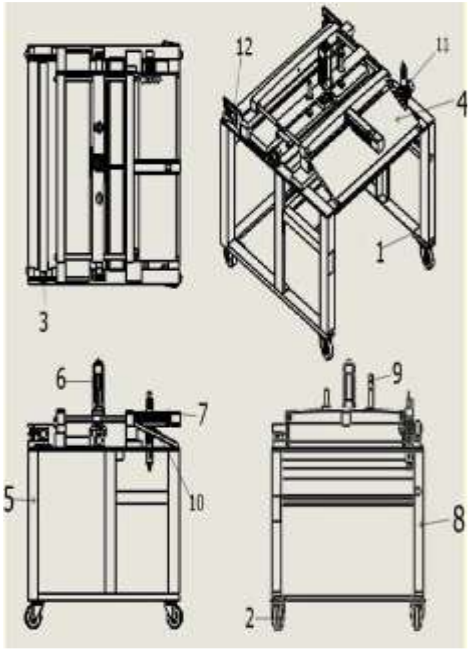
Adapun perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan:

1. Gaya
2. penekanan canting batik
3. Diameter silinder pneumatik
4. Sistem pneumatik

Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan keserasian antar komponen didalam mesin. Data dalam perhitungan ini diperoleh dari uji coba pengecapan canting batik cap menggunakan timbangan badan.

1.1.6 Perencanaan Alat

Desain alat digunakan sebagai awal perancangan alat. Desain ini belum memiliki dimensi yang pasti, hanya dalam bentuk gambaran alat yang akan dibuat. Adapun desain alat yang kami buat adalah sebagai berikut:



Gambar 3 : Sketsa desain Isometri

Keterangan :

1. Bantalan roda
2. Roda
3. Roll kain
4. Panel box
5. Tiang
6. Pneumatik Double Acting (Vertikal)
7. Penuamtik Double Acting (Horizontal)
8. Kerangka
9. Limit switch
10. Katup Valve 3/2 dan katup valve 5/3
11. Filter regulator lubricator (FRL)
12. Stut Jack

1.2 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan setelah gambar alat dengan dimensi sudah ditentukan. Dalam pembuatan alat tersebut, beberapa material yang digunakan adalah sebagai berikut:

Komponen penggerak terangkum pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 : Komponen Penggerak

No	Komponen		Dimensi (mm)	Jumlah (pcs)
1	Limit Switch		20X35X10	5
2	Silinder	Vertikal	300X100	1
		Horizontal	650X150	11
3	Tombol	Otomatis	20X3	1
		Reset	25X3	1
		Manual	25X3	1
		Udara	35X50	
		Emergency	25X3	1
4	Valve 3/2 single solenoid			1
5	FRL		135X155	1
6	Rellay 24 volt beserta socket			8
7	Power supply 24V, 5A			1
8	Kabel tunggal			15m
9	Kabel isi 2			12m
10	Skun kabel	Limit switch		20
		U		50
11	Terminal kabel isi 12			2
12	Selang		8	10m
13	Connecting			5
14	One way flow control valve			2
15	Valve 5/3			2
16	Panel box		250x350	1

1.3 Pengujian Alat

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam pengujian alat, diantaranya :

- Alat dapat bekerja
- Kapasitas yang dihasilkan alat sesuai dengan perencanaan

Apabila terdapat kendala pada pengujian alat, maka perlu diperiksa lagi dalam pembuatan alat dan perhitungannya.

1.4 Cara Kerja Alat

1. Kain batik diletakkan pada roll dengan panjang dan lebar 1200 mm x 900 mm
2. Malam batik dipanaskan sampai dirasa panasnya cukup untuk proses pengecapan .
3. Tekan tombol emergency untuk mengaktifkan pada setiap tombol yang akan digunakan dalam proses produksi
4. Tekan tombol manual untuk 1 kali proses sedangkan tombol selector (otomatis) untuk melakukan gerak secara terus sampai seluruh kain telah di cap dengan cap batik.
5. Mesin akan melakukan perbedaan gerak jika bushing sliding menyentuh sensor limit switch yang sudah terpasang.

2. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

2.1 Perencanaan Teknik Forging

Teknik forging yang dilakukan pada perencanaan alat batik cap ini terjadi pada canting batik cap yang menekan kain batik untuk proses cap, dimana data hasil uji coba ini akan menghasilkan gaya (*force*) yang akan digunakan sebagai perencanaan komponen pneumatik. Data uji coba didapatkan sebagai berikut :

Gambar 3 Canting Batik Cap

Panjang dan lebar canting batik cap memiliki dimensi 115x200 mm.

Tabel 3.1 Uji coba untuk mencari gaya

No	Gaya (kgf)	Waktu (s)
1	0,3	1,50
2	0,6	1,75
3	0,4	2,00
4	0,5	3,50
5	0,5	2,10
∑ Rata rata	0,36 kgf	2,17 s

Gaya tekan batik cap yang diperoleh dari uji coba yaitu :

F tekan canting batik cap = 0,36 kgf

F = 0,36 kgf x 3

= 1,08 kgf

= 10,8 N ..... (*sesuai persamaan 3.2*)

Dengan lama holding time pada saat pengecapan 0,54 s

3.2. Perencanaan Komponen Pneumatik

3.2.1. Perencanaan Diameter Pipa

Diameter pipa

Karena adanya gesekan aliran di dalam pipa dan karena adanya kerugian yang lain, maka ada kerugian tekanan maksimum yang diijinkan pada udara yang keluar. Rumus yang digunakan adalah :

ΔP = Kerugian tekanan maksimum yang diijinkan sebesar 0,05 bar (5000 Pa)

L = Panjang pipa yang direncanakan (m)

(direncanakan 5 m)

d^5= Diameter pipa (m)

P = Tekanan operasi (pascal)

Q= Kecepatan aliran silinder (m^3/s)

Dengan data yang diketahui :

ΔP = $0,05 \cdot 10^5$ N/m^3

L = m

P = $8 \cdot 10^5$ N/m^3

Q= 564,7 cm^3/s = 0,564. $10^{-3} \cdot m^3/s$

Sehingga diameter pipa minimum untuk silinder pneumatik yang dipilih dengan diameter 100 mm diperoleh sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$d^5$$

$$d^5 = \frac{7,81x10^{-3}}{4\ x\ 10^9}$$

$$d^5 = 1,95.10^{-12}$$

$$d$$

$$= 4,5 \cdot 10^{-3} m$$

$$= 4,5\ mm$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter pipa minimum 4,5 mm. Untuk itu, dalam perencanaan ini dipilih pipa dengan diameter dalam pipa 6 mm dan diameter luar pipa 8 mm.

Kerugian Tekanan pada pipa

Kerugian tekanan pada pipa dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot (0,564.10^{-3})^{1,85} \cdot 5}{(0,006)^5 \cdot 10 \cdot 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{7,815 \cdot 10^{-3}}{7,7 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Delta P = 10,14\ N/m3$$

$$\Delta P = 10,14\ Pa$$

$$\Delta P = 0,0001014\ bar$$

Kerugian tekanan pada pipa sebesar 0,0001014 bar, karena masih dibawah dari kerugian tekanan maksimum yang diijinkan yaitu 0,05 bar (*Majumdar, hal 26*) maka perencanaan untuk diameter pipa aman.

3.2.2. Perencanaan FRL

Pada perencanaan mesin batik cap perlu digunakan FRL untuk memfilter

udara, mengetahui tekanan udara dan banyaknya lubricator. Oleh karena itu, digunakan FRL dengan spesifikasi JAW 2000-02.

3.2.3. Perencanaan Aktuator Silinder

- Perencanaan silinder A (*vertikal position)*

Untuk mencari diameter silinder pneumatik minimal yang dibutuhkan, maka pada perencanaan awal diambil tekanan kerja dari sistem sebesar 80 N/cm^2 dan gaya sebesar 10,8 N, sedangkan untuk nilai η diambil 0,85 (*tenaga fluida pneumatik, 1991 : L78)*. Data ini kemudian dipakai dalam perencanaan silinder pneumatik untuk pengecap batik yang dimana terdapat 3 canting batik cap.

Diameter minimal dapat dicari dengan persamaan:

$\eta = \frac{F.v}{P.Q}$ ..... (*Sesuai Persamaan 2.5)*

Maka dari persamaan diatas dapat direncanakan diameter piston dengan data sebagai berikut :

F = 10,8 *N*

P = 8 bar= 80 N/cm^2

μ = 0,85

$$v = \frac{s}{t} = \frac{50\ cm}{8{,}23\ s} = 0{,}06\ m/s$$

$$\eta = \frac{F.v}{P.Q} = 0{,}85$$

$$Q = \frac{10 \cdot 0{,}06}{0{,}85 \cdot 8 \cdot 10^5} m^3/s$$

$$= 564{,}7\ cm^3/s$$

Setelah diperoleh besar kecepatan aliran silinder, maka akan diperoleh diameter minimal silinder pneumatik yang dibutuhkan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v$$

..... (*sesuai persamaan 2.8*)

Dengan data yang ada Q dan *v*, diperoleh diameter silinder sebagai berikut:

$$Q = 564{,}7\ cm^3/s$$

$$v = 0{,}06\ m/s^2$$

$$Q = \frac{1}{4}\pi D^2 / v$$

$$D^2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}$$

$$= \frac{4 \cdot 56{,}47 \cdot 10^{-5} m3/s}{\pi \cdot 0{,}06\ m/s}$$

$$= 431{,}61 \cdot 10^{-5}\ m^2$$

$$D$$

$$D$$

$$= 2{,}007\ cm$$

$$D$$

Dari perencanaan diatas didapat diameter minimal silinder pneumatik sebesar 20,07 mm. Maka untuk perencanaan ini dipilih silinder dengan diameter 20 mm dengan tipe *double acting cylinder* karena diperlukan gerakan maju mundur.

Gaya dorong silinder bisa diketahui dengan menggunakan rumus :

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P \cdot \mu$$

.....(*Sesuai persamaan 2.5*)

Dengan data yang diketahui :

D = 20 mm = 2 cm

d = 32 mm = 3,2 cm

P = 10 bar=100 N/cm^2

$F = (2\ cm)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 80\ N/cm^2 \cdot 0{,}85$

= 213,5 N

- Konsumsi udara

Perhitungan konsumsi udara kompresidapat dihitung dengan rumus :

$Q = 0{,}7854 \frac{d^2 s}{t} \times \frac{P + 101{,}3 \times 10^3}{101{,}3} \times 10^{-12} m^3/s$. (Pers 2.9)

$= 0.7854 \frac{0{,}032^2 . 0{,}7}{4} \times \frac{8.10^5 P + 101{,}3 \times 10^3}{101{,}3} \times 10^{-12} m^3/s$

= 11,2 mm^3/s

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumsi udara yang dibutuhkan silinder dengan D=20 mm dengan panjang langkah 300 dan 650 mm untuk bergerak adalah 11,2 mm^3/s

3.2.4. Perencanaan Valve

Pemilihan *Directional Control Valve*

Perencanaan mesin pencetak batik cap ini menggunakan 3 buah katup *directional control valve*, yaitu katup 5/3 dan katup 3/2 dimana katup 3/2 berfungsi sebagai emergency air supply sebelum udara diarahkan menuju katup 5/3 yang fungsinya untuk mengatur arah gerak silinder dari pada mesin pencetak batik cap yang telah menggunakan elektro pneumatik sistem. Valve DCV yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Pemilihan *One Way Flow Control Valve*

Pada perencanaan mesin penyayat bambu perlu dihunakan 4 buah *One Way Flow Control* untuk mengatur kecepatan gerak maju dan gerak mundur silinder. Berdasarkan data yang ada:

Aplicable Tubing = Nylon

O.D Tubing = 8 mm

Max Preasure = 1 Mpa = 10 Bar

Maka berdasarkan standart yang ada pada katalog FESTO, dipilih flow control valve type LSC. ¼ PK-8.

3.2.5. Perencanaan Kompresor

Setelah perhitungan komponen pneumatik diatas, maka didapatkan tekanan operasi yang dipakai yaitu 80 N/cm^2. Perhitungan kapasitas kompresor : Tekananoperasi 8 bar = 80 N/cm^2.

80 $\frac{N}{cm^2} \times \frac{0{,}2248\ lbf}{1\ N} \times \frac{1\ cm^2}{0{,}155\ in^2} = 116 \frac{lbf}{in^2}$

Dari perhitungan diatas, digunakan sebagai dasar untuk memilih jenis dan kapasitas kompresor yang cocok dengan kriteria yang dibutuhkan. Dengan demikian, kapasitas kompresor yang digunakan harus lebih dari 116, psi.

3.3. Perencanaan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik Mesin Batik Cap

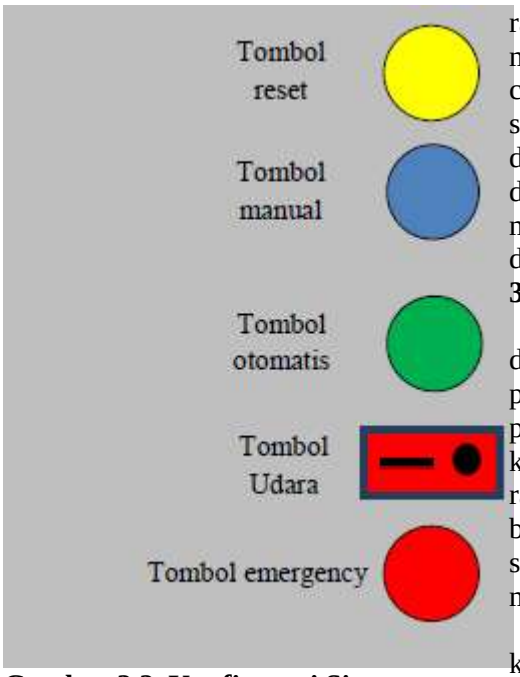
3.3.1 Sistem Operasi Mesin

Sistem operasi pada mesin batik cap diatur dalam *panel box*. Untuk menjalankan mesin batik cap perlu dibuat sistem operasi yang sesuai dengan kebutuhan kerjanya. Berikut adalah sistem operasi mesin batik cap.

Keterangan Konfigurasi Sistem:

- *Push button Automatic*: berfungsi untuk menjalankan sistem mesin penyayat bambu sehingga silinder pneumatik mulai teraktuasi.
- *Push button manual*: berfungsi untuk menjalankan sistem mesin dengan gerak satu kali kerja.
- *Push button Reset*: berfungsi untuk memutuskan aliran pada sistem mesin batik cap sehingga silinder pneumatik kembali ke posisi awal.
- *Push button Emergency*: berfungsi untuk memutuskan aliran apabila terjadi yang darurat pada sistem.

- *Push button air supply*: berfungsi untuk membuka udara dan menutup udara dari kompresor menuju direct control valve.



Gambar 3.2. Konfigurasi Sistem

3.3.2 Diagram Sirkuit Pneumatik

Setelah didapatkan hasil perhitungan mengenai komponen-komponen pneumatik, maka perlu direncanakan juga sistem pneumatik ataupun peralatan pendukungnya agar didapatkan hasil yang optimum sesuai dengan kebutuhan.

3.3.3 Diagram Notasi Silinder Kerja

Setelah diagram sirkuit pneumatik diketahui, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan notasi langkah kerja dari pada silinder.

3.3.4 Diagram Gerak Langkah Silinder

Sebelum mulai menyusun circuit diagram, hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

- Berapa banyak step yang dibutuhkan dalam rangkaian
- Drive yang digerakkan pada setiap langkah
- Sensor pemberi sinyal atau lamanya waktu jeda ke step selanjutnya dalam suatu rangkaian

Penjelasan dan ilustrasi dari rangkaian akan lebih mudah jika menggunakan metode grafis, sebagai contoh yaitu dengan menggunakan sebuah displacement-step diagram, displacement time diagram, function diagram atau function chart. Disini kami menggunakan metode displacement-step diagram.

3.3.5 Rangkaian Kelistrikan

Setelah diagram notasi dan diagram gerak langkah di dapat, perencanaan berikutnya adalah pembuatan rangkaian listrik untuk kontrol panel mesin batik cap. Dalam rangkaian listrik ini terdiri dari delapan buah rellay yang mengaktuasikan gerak silinder, dan beberapa push button untuk mengaktuasi gerakan silinder.

Dari konsep keseluruhan sistem kontrol, dapat ditentukan komponen-komponen yang dibutuhkan. Hal ini mencakup:

- Pneumatic drive units
- Valve pneumatik
- Elemen Pengontrol
- Limit switch, pressure switches
- Tipe rellay yang digunakan

Rangkaian ini hanya dapat bekerja ketika ditekan tombol ON atau OFF saja. Reaksi berbeda ditunjukkan ketika kedua tombol ditekan bersamaan, kumparan rellay tidak aktif/tidak mendapatkan arus listrik. Rangkaian ini disebut dengan rangkaian dominan OFF latching.

Pada kasus ini, batang piston dan silinder akan bergerak maju (advance) ketika ditekan tombol PB dan akan mundur (retract) ketika tombol PBE atau PBR ditekan. Rellay dengan fungsi latching digunakan untuk menyimpan sinyal.

Mesin hanya bisa dioperasikan ketika sensor B aktif. Saat PB ditekan, rellay akan terkontak. DCV teraktuasi

melalui rellay yang lain dan mengakibatkan batang piston dan silinder maju (advance). Saat kontak dilepas oleh aktuasi pada tombol PBE atau PBR, batang piston dan silinder akan mundur (retract).

3.3.6 Data Hasil Uji Coba

Tabel 3.2 Hasil Uji Coba Alat

Uji alat ke-	Waktu
1	30 menit
2	42 menit
3	33 menit
4	44 menit
5	47 menit
∑t	39,2 menit

- Dengan hasil data uji coba diatas dapat memproduksi 4 lembar kain perjamnya dengan dimensi canting batik 115x200 mm dan lebar kain 900 mm. Dalam 1 kali produksi terdapat ± 10 kali pengecapan yang dilakukan dengan rincian sebagai berikut :

$$\frac{panjang\ kain}{lebar\ canting\ cap} = \frac{900\ mm}{115\ mm}$$

$$= 10{,}5 \text{ kail pengecapan}$$

- Dengan hasil data uji coba diatas diketahui temperatur cair malam batik yaitu 65^0C (338 K), serta terdapat kekurangan yaitu menetasnya malam yang dapat ditanggulangi dengan cara memberi saringan tembaga pada landasan canting cap batik.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai hasil dari tujuan yang ingin dicapai. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Mesin pencetak batik cap dengan menggunakan sistem elektro-pneumatik ini dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas UKM.
2. Dalam proses cap diperoleh gaya sebesar 0,36 kgf, sehingga digunakan silinder pneumatik jenis *double acting* berdiameter 20 mm dan stroke 650 mm dan silinder pneumatik jenis *double acting* berdiameter 15 mm dan *stroke* 300 mm
3. Material cap batik yang digunakan berbahan tembaga yang telah diukir untuk membentuk pola.
4. Mesin bekerja dengan baik dan mudah dioperasikan dengan adanya panel box, dimana diberi tombol perintah agar dapat digunakan dengan aman.

4.2 Saran

Saran yang diperlukan agar mesin batik cap ini dapat beroperasi dengan lebih baik lagi adalah :

1. Pegangan canting batik cap tidak perlu dipotong agar dapat mengurangi kinerja yang berlipat
2. Malam batik yang menetas di kain perlu dikaji lebih dalam lagi agar menghasilkan suatu produk yang baik
3. Penataan kabel dan selang dipertimbangkan sejak awal berapa kebutuhannya, agar tidak berserakan dalam proses pemasangan.

DAFTAR PUSTAKA

Kalpakjian, Serope and Steven Smith. *Manufacturing Engineering and Technology*. Prentice Hall, 2009.

Esposito, Anthony. *Fluid Power with Aplication sixth edition*. New Jersey: Prentice Hall International Inc, 2003

Majumdar, S.J. *Pneumatic Systems - Principles and Maintenance*. New York: Mc Graw - Hill, 1995.

Schey, John A. *Proses Manufaktur* . Ontario: ANDI Yogyakarta, 2000.

Kus, ani yandani.*Teknik Pembuatan Batik Cap*. Diambil dari :

https://anihaqqi.wordpress.com/proses-pembuatanbatik/ teknik-pembutan-batik-cap/ (30 Desember 2005)

Lintang, gayuh. *Rancang Bangun Mesin Batik Cap dengan Motor listrik.* Gadjah mada, 2009.

Raharjo, dani dwi. *Batik cap.* Diambil dari :

http://batikdan.blogspot.co.id/2011/06/batik-cap.html.(16 Maret 2012)

Warring, R.H. *Pneumatic Handbook.* England: Trade and Technical Press, 1982.

G, Prede, and Scholz D. *Electro-Pneumatics.* Festo Didactic, 2002.