

IMPLEMENTASI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC) PADA GRIPPER MESIN BATIK CAP OTOMATIS BERBASIS CNC

Theofilus Bayu Dwinugroho
Universitas PGRI Yogyakarta
Theofilus@upy.ac.id

Abstrak

Batik ialah lukisan atau gambar pada kain mori yang dibuat dengan alat bantu berupa canting, dalam perkembangan selanjutnya untuk mempercepat proses pengerjaan digunakan cap. Batik Indonesia, sebagai keseluruhan teknik, teknologi, serta pengembangan motif dan budaya yang terkait, oleh Badan PBB untuk Pendidikan, Ilmu Pengetahuan, dan Budaya (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/UNESCO) telah ditetapkan sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Nonbendawi (*Masterpiece of the Oral and Intangible Heritage of Humanity*) pada tanggal 2 Oktober 2009. Mesin batik cap otomatis berkendali komputer berbasis CNC sudah dikembangkan, mesin ini menggunakan pencekam (gripper) cap batik manual di dalam memasang cap batik (tool). Masalah yang timbul pada penggunaan pencekam manual pada mesin batik cap otomatis ini adalah jumlah waktu yang diperlukan dalam penggantian dan setting cap batik. Implementasi PLC pada mesin batik cap otomatis berbasis CNC dilakukan pada gripper mesin ini sebagai automatic tool gripper.

Kata Kunci : Mesin Cap Batik Otomatis, CNC, gripper, tool, PLC

I. PENDAHULUAN

Batik ialah lukisan atau gambar pada kain mori yang dibuat dengan alat bantu berupa canting, dalam perkembangan selanjutnya untuk mempercepat proses pengerjaan digunakan cap [1]. Selain itu, batik bisa mengacu pada dua hal yaitu;

1. Teknik perwarnaan kain dengan menggunakan malam untuk mencegah pewarnaan sebagian dari kain (*wax-resist dyeing*),
2. Kain atau busana yang dibuat dengan teknik tersebut, termasuk penggunaan motif-motif tertentu yang memiliki kekhasan.

Batik Indonesia, sebagai keseluruhan teknik, teknologi, serta pengembangan motif dan budaya yang terkait, oleh Badan PBB untuk Pendidikan, Ilmu Pengetahuan, dan Budaya (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/UNESCO*) telah ditetapkan sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Nonbendawi (*Masterpiece of the Oral and Intangible Heritage of Humanity*) pada tanggal 2 Oktober 2009.

Seni batik adalah seni yang pada umumnya diturunkan atau diwariskan secara turun temurun terutama pada batik tulis, hal ini dikarenakan alat-alat produksi batik dapat dibawa pulang ke rumah para pembuat batik dan terjadi transfer ilmu secara langsung dari orang tua dalam hal ini ibu pada anak-anak perempuannya. Tidak demikian halnya dengan batik cap, di dalam pembuatan batik cap, harus dikerjakan di tempat, peralatan tidak bisa dibawa pulang seperti halnya pada batik tulis, hal ini menyulitkan adanya transfer ilmu langsung secara turun temurun. Kendala lain yang terjadi saat ini ialah mulai berkurangnya minat generasi muda dalam meneruskan seni maupun usaha batik terutama pada batik cap sehingga semakin berkurangnya SDM di dalam pengembangan maupun dalam produksi batik tradisional ini [2].

Pada era 1990an muncul pengaruh batik printing atau tekstil dengan motif batik yang berakibat banyaknya pengrajin batik tulis dan cap mengurangi kegiatannya ataupun menutup perusahaannya [3].

Masalah kapasitas produksi menjadi masalah utama perusahaan batik nasional. Dengan metode tradisional kapasitas produksi tiap operator cap (tukang cap) amat terbatas, yaitu sekitar 25 meter kain/hari. Penambahan kapasitas dengan menambah jumlah operator juga tidak mudah dilakukan karena diperlukan suatu ketrampilan khusus. Operator yang sudah memiliki kemampuan sebagai tukang cap juga amat langka ditemukan di pasar tenaga kerja, padahal jumlah operator cap merupakan salah satu faktor utama untuk meningkatkan kapasitas produksi

perusahaan batik. Besar kecilnya perusahaan batik biasanya diukur dengan berapa jumlah operator capnya. Sehingga perlu adanya peningkatan kapasitas produksi pencetakan batik [4].

Mesin batik cap otomatis berkendali komputer berbasis CNC sudah dikembangkan [4], mesin ini menggunakan pengecam manual di dalam memasang cap batik. Masalah yang timbul pada penggunaan pengecam manual pada mesin batik cap otomatis ini adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk penggantian dan *setting* cap batik (waktu *set up* cap batik).

Waktu *set up* adalah waktu yang dibutuhkan dalam mempersiapkan sebuah mesin untuk melakukan suatu pekerjaan. Pengurangan waktu *set up*, selain bisa mengurangi order minimal, juga akan meningkatkan waktu produktif dari perusahaan tersebut. Operasi *set up* adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengubah hal-hal yang berkaitan dengan mesin sebagai akibat dari perubahan penggunaan mesin untuk memproduksi barang. Dalam manufaktur, waktu *set up* adalah selisih waktu antara unit terakhir yang diproduksi dalam sebuah lot sampai unit pertama lot berikutnya yang diproses. Aktifitas *set up* yang umumnya dilakukan di industri dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Jenis 1: melakukan persiapan, pengecekan material, pengecekan peralatan sebelum proses *set up* berlangsung dan membersihkan mesin, membersihkan tempat kerja, mengecek dan mengembalikan peralatan, material, dan lain-lain setelah proses *set up* selesai.
- Jenis 2: memindahkan peralatan, parts, dan lain-lain setelah penyelesaian lot terakhir lalu menata parts, peralatan, dan lain-lain untuk sebelum lot selanjutnya.
- Jenis 3: mengukur, mensetting dan mengkalibrasi mesin, peralatan, fixtures dan part pada saat proses berlangsung.
- Jenis 4: memproduksi suatu produk contoh setelah setting awal selesai dan mengecek produk contoh tersebut apakah sesuai standar produk. Kemudian menyetel mesin dan memproduksi produk kembali dan seterusnya sampai menghasilkan produk yang sesuai standar. Sebagian besar *set up* dilakukan pada saat mesin berhenti atau mesin tidak beroperasi.

Set up terdiri dari dua jenis, yaitu:

1. Major *set up*, dimana *set up* dilakukan untuk menghasilkan bagian-bagian dari produk yang berbeda tipe.
2. Minor *set up*, dimana *set up* dilakukan untuk menghasilkan bagian-bagian dalam produk yang memiliki kesamaan tipe.

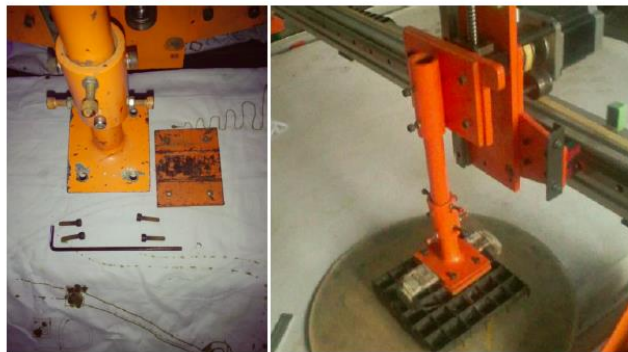
Adapun keuntungan dari penyederhanaan prosedur *set up* mesin antara lain:

- a. *Quality*, Penyederhanaan prosedur *set up* dapat memperbaiki kualitas produk. Operator akan lebih sedikit melakukan kesalahan dalam operasi *set up* apabila prosedur *set up* yang diberikan lebih sederhana. Kesalahan *set up* berpotensi untuk menyebabkan kerusakan dalam setiap unit dalam satu batch. Dengan prosedur *set up* yang standar maka kegiatan trial and error dan inspeksi dapat dieliminasi sehingga dapat juga mereduksi waktu *set up*.
- b. *Costs*, Prosedur *set up* yang sederhana dapat mengurangi jam kerja operator dan tingkat keahlian operator untuk *set up* dan dapat menghilangkan scrap yang dihasilkan. Akibatnya biaya yang berkaitan dengan *set up* dapat dikurangi.
- c. *Flexibility*, Dengan waktu *set up* yang singkat, kegiatan manufacturing lebih fleksibel untuk menyesuaikan dengan perubahan permintaan.
- d. *Worker Utilization*, Prosedur *set up* yang sederhana, tidak membutuhkan operator yang ahli dalam melakukan *set up* melainkan *set up* dapat dilakukan oleh operator peralatan. Hal ini dapat dilakukan untuk mengurangi idle time operator. Oleh karena itu, tenaga ahli *set up* hanya bekerja untuk kegiatan *set up* yang sulit atau untuk membuat prosedur yang lebih baik.
- e. *Capacity* dan *Lead time*, *Lead time* dapat dikurangi karena kombinasi dari *lot size* yang kecil dan waktu yang terbuang untuk menunggu *set up* dapat dikurangi.
- f. *Process Variability*, Apabila waktu yang digunakan untuk melakukan *set up* singkat, maka process variability dapat terjadi. Penggantian tools dan fixture adalah hal yang sangat berpengaruh pada waktu *set up*. [5]

Penggantian cap batik dilakukan apabila hendak melakukan pengecapan untuk pola/motif batik yang berbeda, ataupun untuk mengkombinasikan pola/motif dan warna batik (*process variability*). Cap batik harus dipasang dalam posisi sejajar/tidak miring pada permukaan kain, sehingga didalam pemasangannya diperlukan waterpas sebagai acuan, dan cap batik harus dipasang sejajar dengan lebar kain agar pola yang dihasilkan tidak miring. Waktu yang dibutuhkan untuk menset sampai pada posisi yang benar bergantung pada kondisi cap, terutama pegangan dan tangkai cap [6].

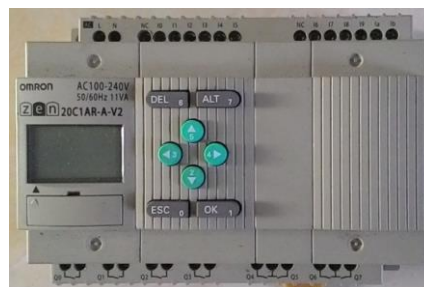
Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dikembangkan suatu *tool changer* otomatis yang dapat mengatasi permasalahan *setting tool* terutama pada *setting* posisi cap batik yang benar sebagai acuan pengecapan serta penggantian *tool* secara otomatis dalam hal ini cap batik pada mesin cap batik otomatis ini tanpa merubah kondisi cap batik yang sudah ada. Bentuk dan kondisi cap batik tetap dipertahankan dengan maksud agar tetap dapat digunakan pada produksi batik tradisional dan dapat digunakan untuk melakukan *benchmarking*, yaitu membandingkan hasil pengecapan antara produksi batik tradisional dengan produksi batik yang menggunakan mesin batik cap otomatis.

Pencekam cap batik masih bersifat manual di mana cap batik dihubungkan dengan dudukan mesin batik cap dengan menggunakan dudukan besi yang dibaut pada keempat ujung dudukan seperti terlihat pada Gambar 1. Permasalahan yang dapat timbul pada kondisi ini adalah tidak *centernya* cap batik yang berakibat pada hasil pengecapan yang tidak optimal. Pemasangan dan pelepasan baut juga memakan waktu apabila hendak melakukan penggantian cap.



Gambar 1. Pencekam Cap Batik pada Mesin Batik Cap [5]

Implementas PLC pada mesin batik cap otomatis berbasis CNC dilakukan pada *gripper* mesin ini sebagai *automatic tool gripper*. PLC yang digunakan adalah PLC Omron Zen 20C1AR-A-V2 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. PLC ini memiliki 12 *Input* dan 8 *Output* .



Gambar 2. PLC ZEN 20C1AR-A-V2

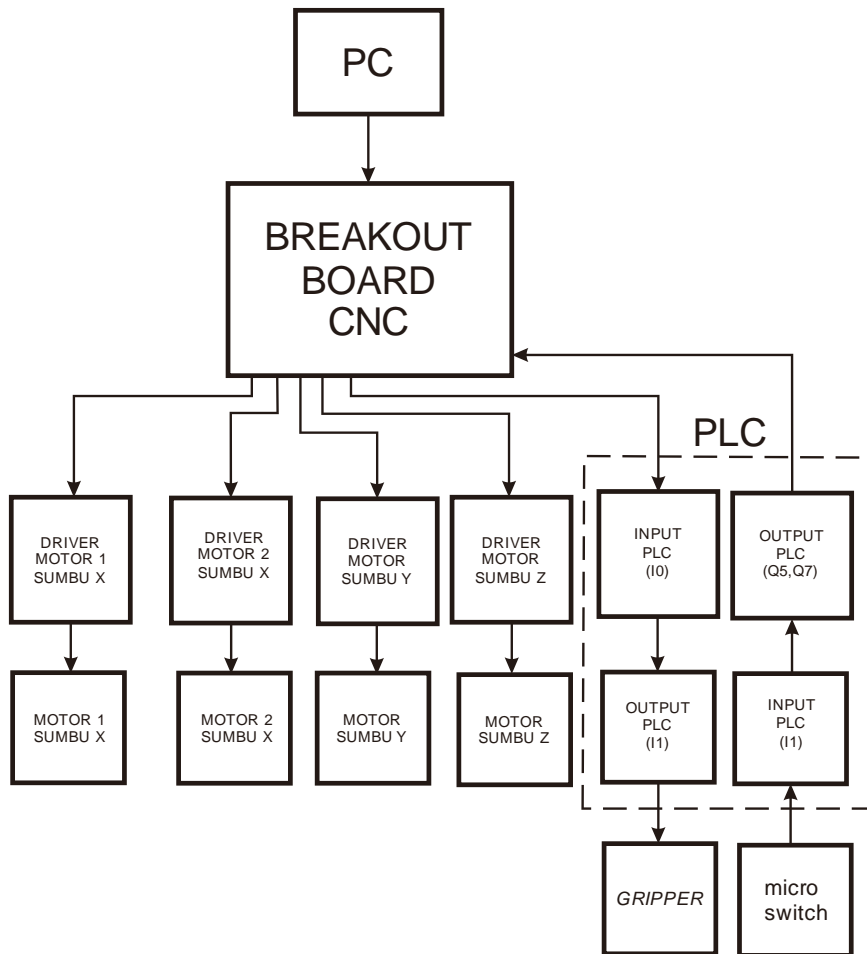
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian terkait Otomasi Mesin Batik Cap, dimana prosedur penelitian otomasi ini dilakukan secara bertahap mengikuti

langkah-langkah *Industrial Design Process* (IDP). Adapun prosedur penelitian Otomasi Mesin Batik Cap ini mengikuti dan menjabarkan diagram alir penelitian seperti pada Gambar 4 sebagai berikut:

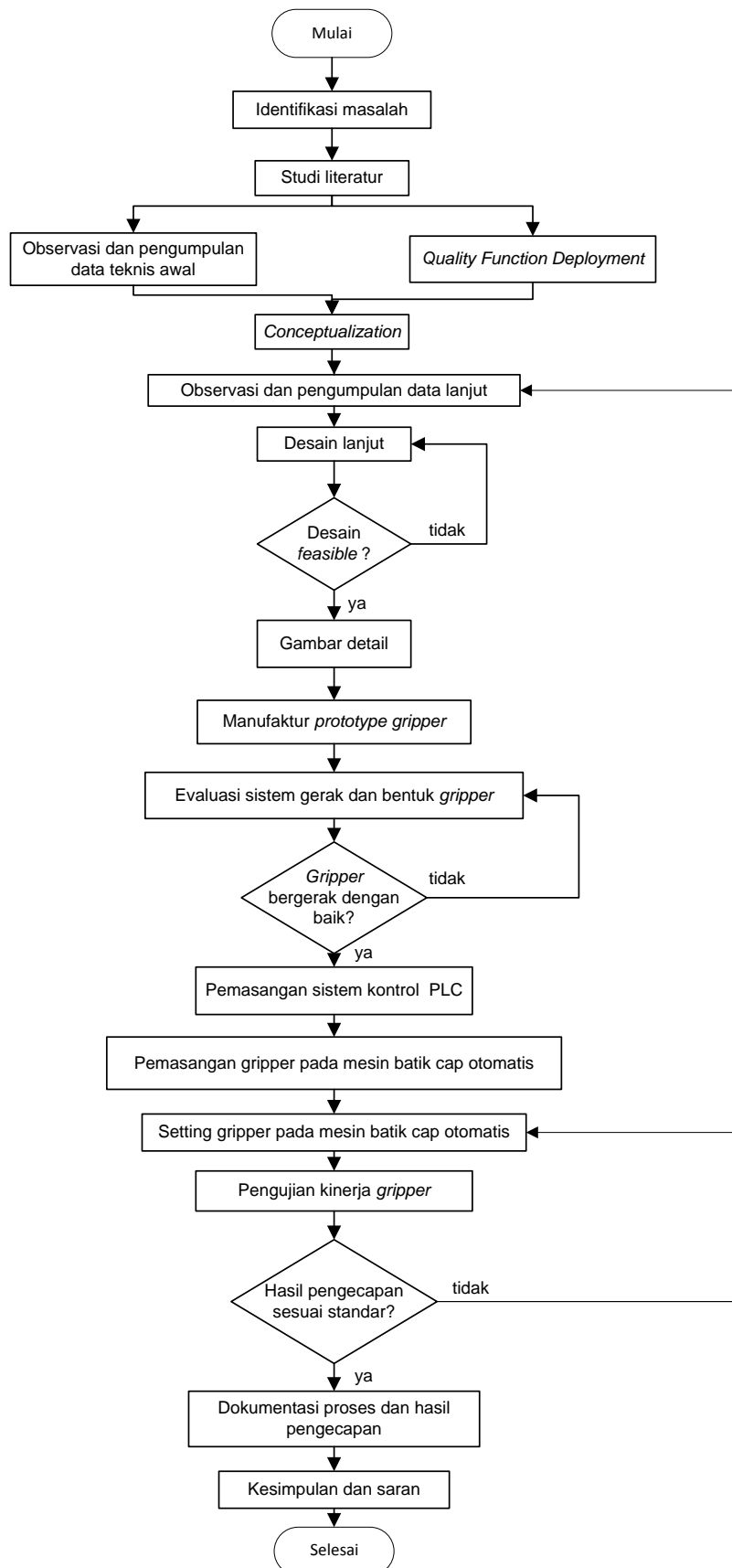
1. *Investigation of customer needs.*
2. *Conceptualization*
3. *Preliminary refinement*
4. *Further refinement and final conception*
5. *Control drawings*
6. *Coordinating with engineering, manufacturing, and vendors*
 - a. Proses manufaktur *prototype gripper* berdasarkan gambar yang sudah dibuat
 - b. Evaluasi sistem gerak dan fisik *prototype gripper*
 - c. Pemasangan sistem kontrol (PLC) pada *gripper*
 - d. Pemasangan *gripper* pada mesin batik cap
 - e. Setting *gripper* pada mesin batik cap
 - f. Pengujian kinerja *gripper* terkait pengantian cap batik secara otomatis, setting acuan posisi yang benar pada cap batik, waktu pengantian cap batik dan hasil pengecapannya.
 - g. Dokumentasi hasil dan proses pengecapan
 - h. Kesimpulan dan saran

Implementasi PLC pada mesin batik cap otomatis berbasis CNC dilakukan pada *gripper* mesin ini sebagai *automatic tool gripper*, terdapat pada langkah 6, yaitu *Coordinating with engineering, manufacturing, and vendors*, Pemasangan sistem kontrol (PLC) pada *gripper*. Blok diagram hubungan antar kontroler yaitu *Personal Computer* (PC), PLC dan *Breakout Board* CNC seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram PLC-PC-BreakoutBoard CNC

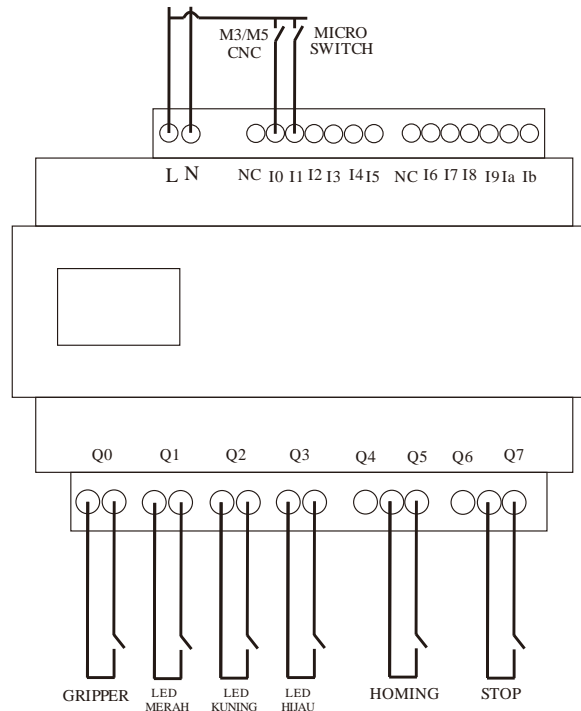
Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Wiring PLC tampak seperti pada Gambar 5, dimana I0 adalah *input* yang berasal dari CNC dalam hal ini M3/M5, yang berfungsi sebagai *input* pengecaman. M3 berarti mencekam, M5 berarti tidak mencekam, dan I1 adalah *input* yang berasal dari *microswitch* yang terpasang pada *gripper* yang berfungsi sebagai *safety sistem*. Bentuk *microswitch* pada *gripper* dapat terlihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Wiring PLC

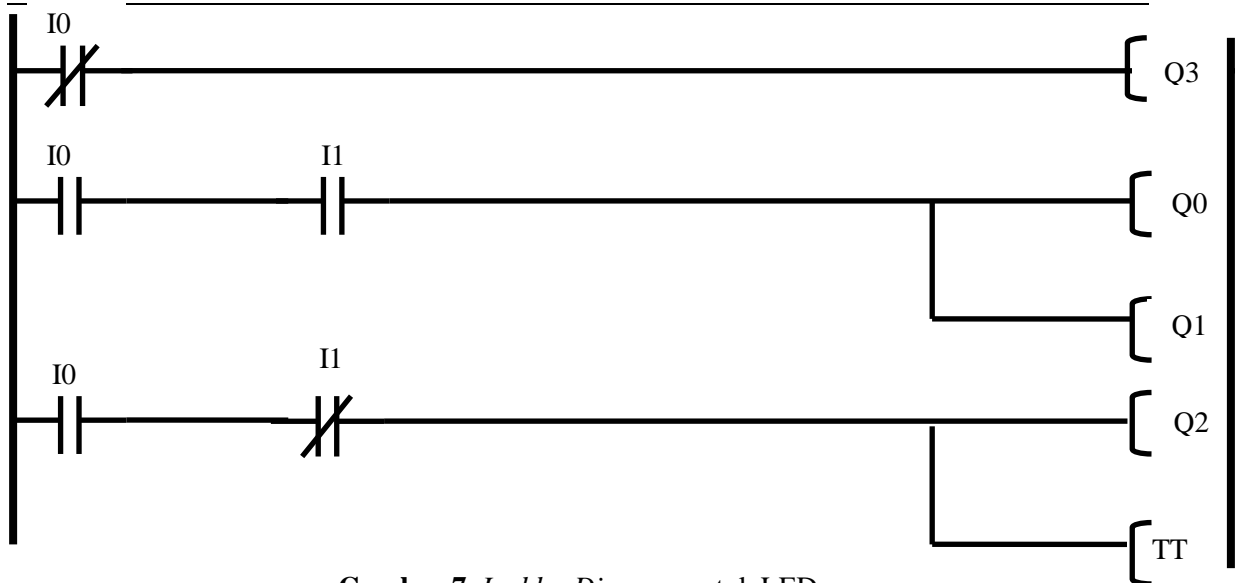


Gambar 6. Microswitch

Safety sistem disini mendeteksi apakah ada cap batik atau tidak, dan memberikan sinyal *output* pada PLC yang diterima sebagai sinyal *input* CNC, yang kemudian menggerakkan *gripper* kembali ke titik nol.

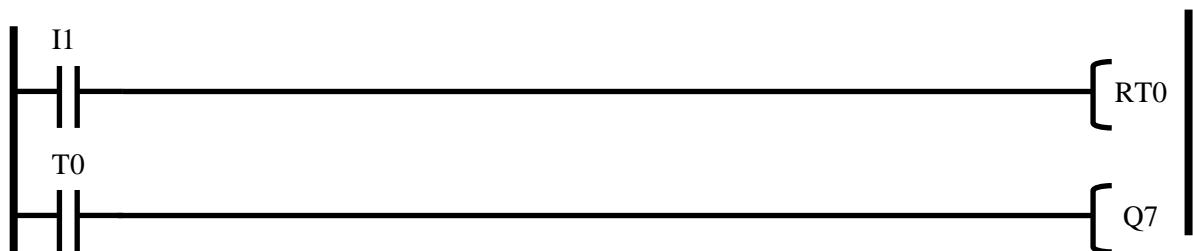
Untuk *ouput*, Q0 digunakan sebagai *output* penggerak silinder pneumatik. Q1 sebagai indikator lampu merah, Q2 sebagai indikator lampu kuning, Q3 sebagai indikator lampu hijau. Q5 sebagai *input* untuk mesin CNC dalam hal *STOP*, dan Q7 sebagai *input* mesin CNC untuk *HOMING*.

Berikut penjelasan *Ladder Diagram* pada PLC untuk *output* LED indikator, *STOP* dan *HOMING*.



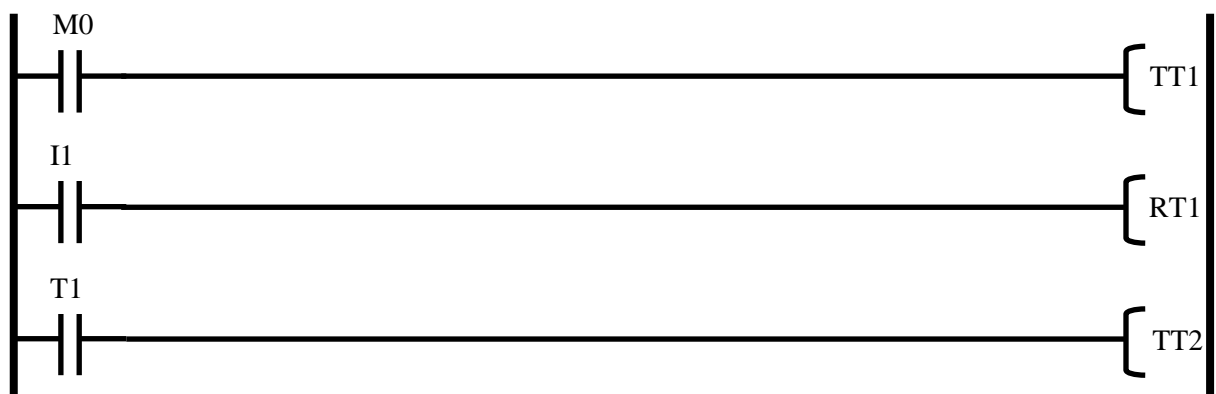
Gambar 7. Ladder Diagram untuk LED

Gripper dimulai dengan normally closed, yang berarti *gripper* tidak mencekam, hal ini diindikasikan dengan LED hijau yang menyala. Apabila *gripper* pada kondisi mencekam, diindikasikan dengan LED berwarna merah. Apabila *gripper* tidak menemukan adanya *tool* (cap batik) yang hendak digunakan, maka LED berwarna kuning akan menyala. Seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



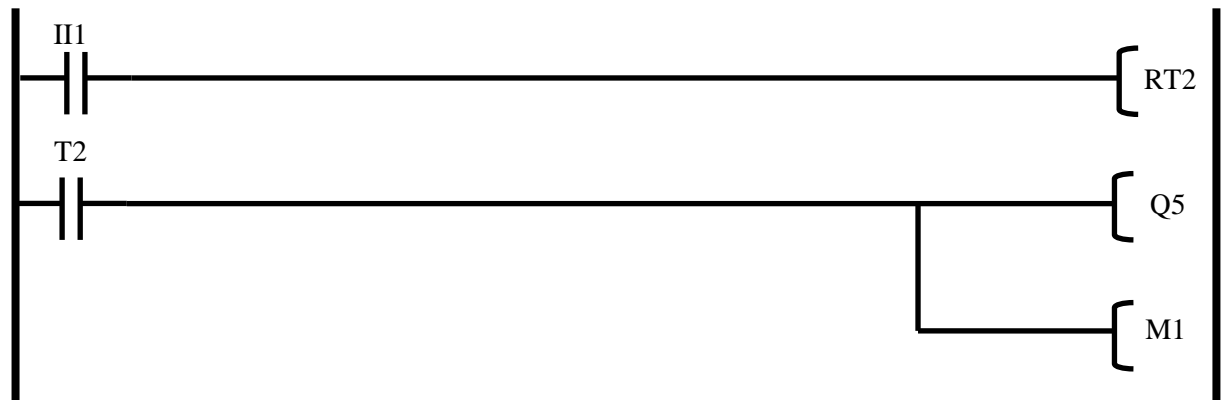
Gambar 8. Ladder Diagram STOP

Ladder Diagram STOP menggunakan *timer* yang mengenerate suatu pulsa diteruskan pada CNC dan memberikan *input* untuk menghentikan *step* CNC, seperti pada Gambar 8. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk STOP ini dapat diatur pada *timer* T1 seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Ladder Diagram Timer T1

Ladder Diagram homing seperti pada Gambar 10 menggunakan *timer* juga yang mengenerate suatu pulsa yang diteruskan pada CNC dan memberikan *input* untuk kembali ke titik nol CNC.



Gambar 10. Ladder Diagram Homing

Terdapat 3 setting timer pada Ladder Diagram ini. T0, T1 dan T2. Setting tiap-tiap timer dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

1. T0

Setting pada timer ini menggunakan pulsa (pulse), dimana ketika timer ini ON, maka akan mengirimkan sebuah pulsa sinyal selama 1 detik pada output TT1 dan menyalakan LED kuning (Q2)

2. T1

Setting pada timer ini menggunakan setting standar timer dimana ketika timer ini menerima sinyal, maka timer ini akan ON selama 1 detik. Timer ini mengirimkan sinyal pada timer homing pada sistem homing (TT2). Timer ini menentukan lamanya gripper diam ketika terjadi keadaan dimana tidak terdapat tool (cap batik) pada gripper.

3. T2

Setting pada timer ini mirip dengan setting timer pada T0, dimana apabila ON, akan mengirimkan sinyal pulse selama 1 detik pada output Q7.

Output Q5 (homing) dan Q7 (stop) disambungkan dengan input pada mesin CNC dengan mengatur setting mesin CNC seperti pada Gambar 11.

Configuration > Port&Pins > Input Signal > OEM Trig #1 ENABLED,

Configuration > Port&Pins > Input Signal > OEM Trig #2 ENABLED

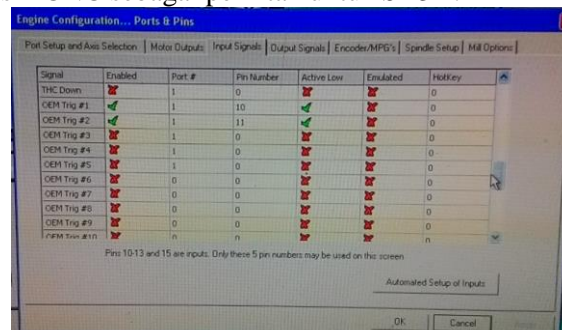
Setelah OEM Trig #1 dan #2 enabled, mensetting system hotkey set up seperti pada Gambar 12, dengan cara:

Configuration > System Hotkeys Set up > External Buttons - OEM Codes > 1 diisi 1017,

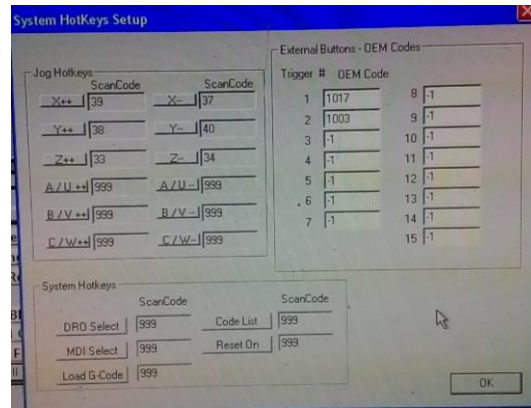
Configuration > System Hotkeys Set up > External Buttons - OEM Codes > 2 diisi 1003

Hotkey 1017 dibaca mesin CNC sebagai perintah untuk homing atau kembali ke titik 0.

Hotkey 1003 dibaca mesin CNC sebagai perintah untuk STOP.



Gambar 11. Setting Configuration OEM Trig



Gambar 12. Configuration Setting kode OEM

Penggantian *tool* secara manual pada mesin ini untuk pemasangannya membutuhkan waktu rata-rata 126,3 detik dan untuk pelepasannya membutuhkan waktu rata-rata 79,3 detik dengan catatan kondisi cap batik pada suhu normal seperti terlihat pada Tabel 1, sedangkan penggantian *tool* menggunakan *gripper* otomatis membutuhkan waktu pemasangan dan pelepasan rata-rata 1 detik dengan kondisi cap yang panas.

Tabel 1. Waktu Pemasangan dan Pelepasan *Tool* Batik Secara Manual

percobaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	rata-rata
pasang (detik)	249	133	117	118	128	99	105	107	96	111	126,3
lepas (detik)	111	106	76	74	71	72	64	79	70	70	79,3
total	360	239	193	192	199	171	169	186	166	181	205,6

Hasil pengecapan menggunakan *gripper* otomatis ini dalam hal tebal lilin sudah mendekati hasil pengecapan pengrajin tradisional. Tebal lilin hasil pengecapan tradisional 0,450 mm, sedangkan hasil pengecapan dengan *gripper* otomatis ini memiliki tebal lilin 0,453 mm. [7]

IV. KESIMPULAN

Penggantian *tool* pada mesin batik cap otomatis menggunakan *automatic tool changer* dalam hal ini *gripper* memberikan dampak yang signifikan dalam hal waktu penggantian *tool* dan keakuratan serta kepresisian pengecapan. Berdasarkan aktifitas *set up*, *set up* yang digunakan dalam proses ini tergolong *set up* jenis 3 dengan jenis *minor set up*. Keuntungan yang didapat dengan adanya *automatic tool changer* ini terkait *quality*, *cost*, *flexibility*, *worker utilization* dan *process variability*.

Penggantian *tool* secara manual pada mesin ini untuk pemasangannya membutuhkan waktu rata-rata 126,3 detik dan untuk pelepasannya membutuhkan waktu rata-rata 79,3 detik dengan catatan kondisi cap batik pada suhu normal, sedangkan penggantian *tool* menggunakan *gripper* otomatis membutuhkan waktu pemasangan dan pelepasan rata-rata 1 detik dengan kondisi cap yang panas.

Hal ini berarti bahwa selain penggantian *tool* menjadi lebih cepat, kondisi penggantian *tool* juga lebih aman karena operator tidak terpapar panas dari *tool*, seperti halnya yang terjadi pada pengecapan manual.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Prasetyo, A., 2010, *Batik Karya Agung Warisan Budaya Dunia*, Penerbit Pura Pustaka
- Daliyo, Rahayu, S., Widodo, dan Y.B., Nagib, L., 2003, *Kualitas SDM era Otda dan Globalisasi; Kasus di Industri Perhotelan dan Kerajinan Batik di DIY*, Penerbit Sinar Harapan Jakarta
- Ramelan, R., 2008, *Industri Batik dan Permasalahannya*, <http://cessee.com/2012/18/industri-batik-dan-permasalahannya.html> (diakses online pada 26 Oktober 2012)
- Wibisono, M.A. , Chandra, A.N., Dhaniel, F., dan Fitriana, Y., 2008 , *Pengembangan Mesin Cap Batik Otomatis*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VII, Manado
- Supriyanto, 2014, *Otimasi Waktu/Proses produksi di PT. Sumiden Sintered Component Indonesia Dengan Teknik Analisa Network/PERT dan Metode SMED*, Jurnal PASTI Volume VIII No 3, 362 – 398
- Perkasa, M.A.I. , 2013, *Perancangan Proses Produksi Batik Cap Menggunakan Mesin CNC Batik*, Tesis S2 Teknik Industri UGM, Yogyakarta
- Dwinugroho, T.B., dan Sudiarso, A., 2015, *Penerapan Metode Quality Function Deployment (QFD) pada Perancangan Prototype Automatic Tool Changer dan Pengujiannya*, Prosiding Seminar Nasional Terpadu Keilmuan Teknik Industri, Universitas Brawijaya Malang