

Implementasi *Prototype Automatic Tool Changer* berbasis PLC pada Mesin Batik Cap berbasis CNC

Theofilus Bayu Dwinugroho
Program Studi Program Profesi Insinyur
Institut Teknologi Indonesia
Jl Raya Puspitek, Tangerang Selatan 15320, Indonesia
Email: theofilus@upy.ac.id

Abstrak

Seni batik adalah seni yang 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 di dalam meneruskan seni maupun usaha batik terutama pada batik cap. Otomasi sangat mungkin untuk diimplementasikan pada proses produksi batik cap. Suatu *tool changer* otomatis yang dapat mengatasi permasalahan penggantian *tool* pada mesin cap batik dapat memudahkan dan mempercepat penggantian *tool* yaitu cap batik pad mesin tersebut. Penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan studi literatur, observasi, pengumpulan data dan desain *automatic tool changer* awal dan lanjut, manufaktur, instalasi serta pengujian *automatic tool changer* ini. *Automatic tool changer* telah berhasil dirancang dan dimanufaktur. Penggantian cap batik secara manual untuk pemasangan membutuhkan waktu rata-rata 126,3 detik, dan untuk melepas membutuhkan waktu rata-rata 79,3 detik. Penggantian cap menggunakan *automatic tool changer* membutuhkan waktu rata-rata 1 detik didalam melepas dan rata-rata 1 detik. Hasil pengecapan menggunakan *automatic tool changer* ini dalam hal tebal lilin sudah mendekati hasil pengecapan pengrajin tradisional. Tebal pengecapan lilin manual 0,45 mm, tebal pengecapan lilin menggunakan *automatic tool changer* 0,453 mm.

Kata Kunci: Batik, Batik Cap, *Automatic Tool Changer* , PLC, CNC

Abstract

Batik art is an art that is generally passed down or inherited from generation to generation, especially in written batik, this is because batik production tools can be brought home to the homes of batik makers and there is a direct transfer of knowledge from parents, in this case mothers to their daughters. This is not the case with batik stamp, in the manufacture of batik stamp, it must be done on the spot, the equipment cannot be taken home as is the case with written batik, this makes it difficult to transfer knowledge directly from generation to generation. Another obstacle that is happening today is the beginning of a decrease in the interest of the younger generation in continuing the art and business of batik, especially in batik stamps. Automation is very possible to be implemented in the production process of batik stamps. An *automatic tool changer* that can overcome the problem of replacing *tools* on a batik stamp machine can make it easier and faster to replace *the tool*, namely the batik

stamp pad of the machine. The research began with the identification of the problem, followed by literature study, observation, data collection and design *of the initial and advanced automatic tool changer*, manufacturing, installation and testing *of this* automatic tool changer. *Automatic tool changers* have been successfully designed and manufactured. Manual replacement of batik stamps for installation takes an average of 126.3 seconds, and removal takes an average of 79.3 seconds. Replacing the cap using an automatic tool changer takes an average of 1 second to remove and an average of 1 second. The results of stamping using *this automatic tool changer* in terms of candle thickness are close to the results of traditional craftsmen's stamping. Manual wax stamping thickness 0.45 mm, wax stamping thickness using *automatic tool changer* 0.453 mm.

Keyword : Batik, Batik Stamp, *Automatic Tool Changer* , PLC, CNC



**INSTITUT
TEKNOLOGI
INDONESIA**

The Technology Based Entrepreneur University



Implementasi *Prototype Automatic Tool Changer* berbasis PLC pada Mesin Batik Cap berbasis CNC

(Theofilus Bayu Dwinugroho; 2202501053)

Program Studi Program Profesi Insinyur

Institut Teknologi Indonesia

DESEMBER 2024

Pendahuluan

- 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 di dalam meneruskan seni maupun usaha batik terutama pada batik cap sehingga semakin berkurangnya SDM di dalam pengembangan maupun dalam produksi batik tradisional ini (Daliyo, 2003).

Pendahuluan

- 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 (Wibisono et. al., 2008).
- Penambahan kapasitas dengan menambah jumlah operator juga tidak mudah dilakukan karena butuh 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 (Wibisono et.al., 2008).

Pendahuluan

- Otomasi sangat mungkin dilakukan pada proses produksi batik, berdasarkan pada alasan penerapan otomasi itu sendiri sesuai dengan masalah yang dihadapi industri batik saat ini.
- Mesin batik cap otomatis berkendali komputer sudah dikembangkan (Wibisono et al., 2008) yang menggunakan pencekam manual.
- Masalah yang timbul pada penggunaan pencekam manual pada mesin batik cap otomatis ini adalah ketika dilakukan pemasangan ataupun penggantian cap batik.

Pendahuluan

- Penggantian cap batik dilakukan apabila hendak melakukan pengecapan untuk pola/motif batik yang berbeda ataupun untuk mengkombinasikan motif/pola batik. 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 (Perkasa, 2013).
- Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dikembangkan suatu tool changer otomatis yang dapat mengatasi permasalahan setting tool terutama pada setting posisi acuan standar 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 sehingga memudahkan dalam penggantian cap batik tersebut.

Tujuan dan Cakupan

Tujuan Umum

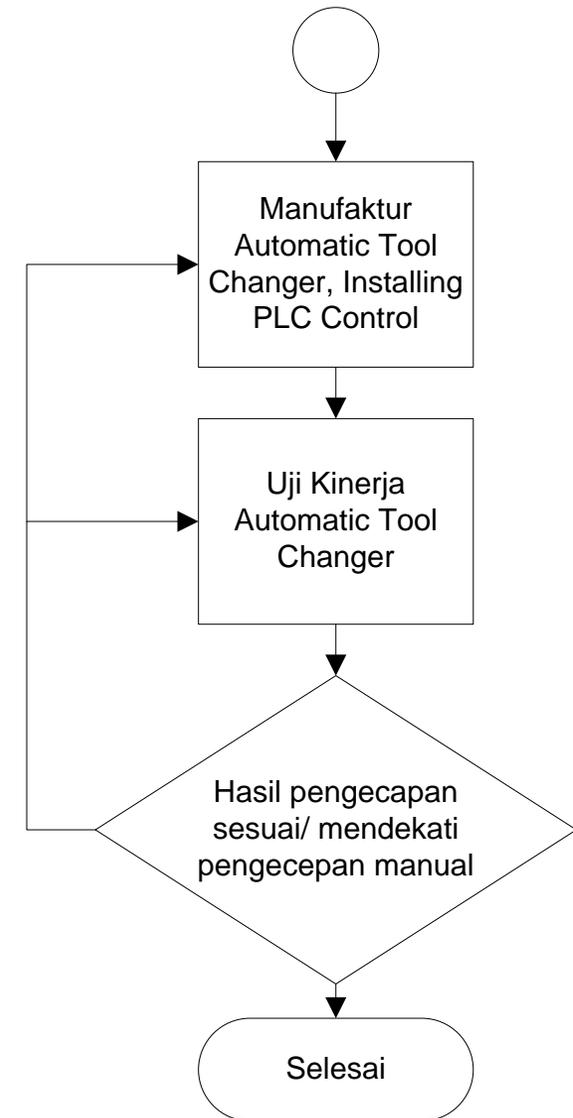
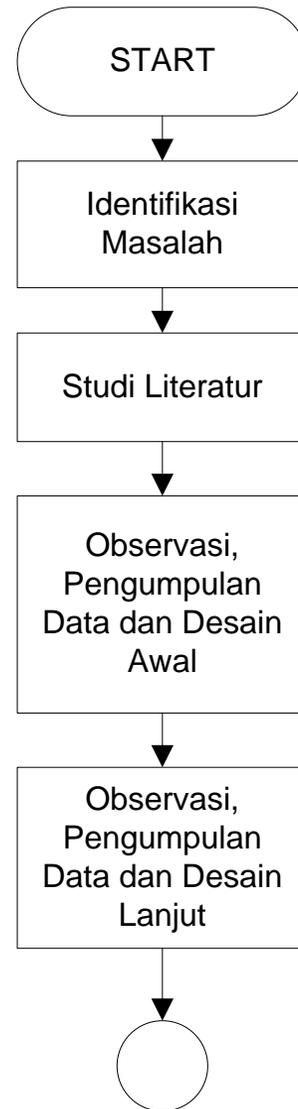
Meningkatkan teknik produksi batik dari produksi manual ke produksi otomatis

Tujuan Khusus

Merancang suatu automatic tool changer, meneliti kinerja tool changer ini terkait setting acuan standar dan penggantian cap batik secara otomatis pada mesin batik cap otomatis berkendali komputer yang sudah ada

Metodologi

Secara garis besar, metode penelitian dapat digambarkan pada diagram alir penelitian berikut ini.

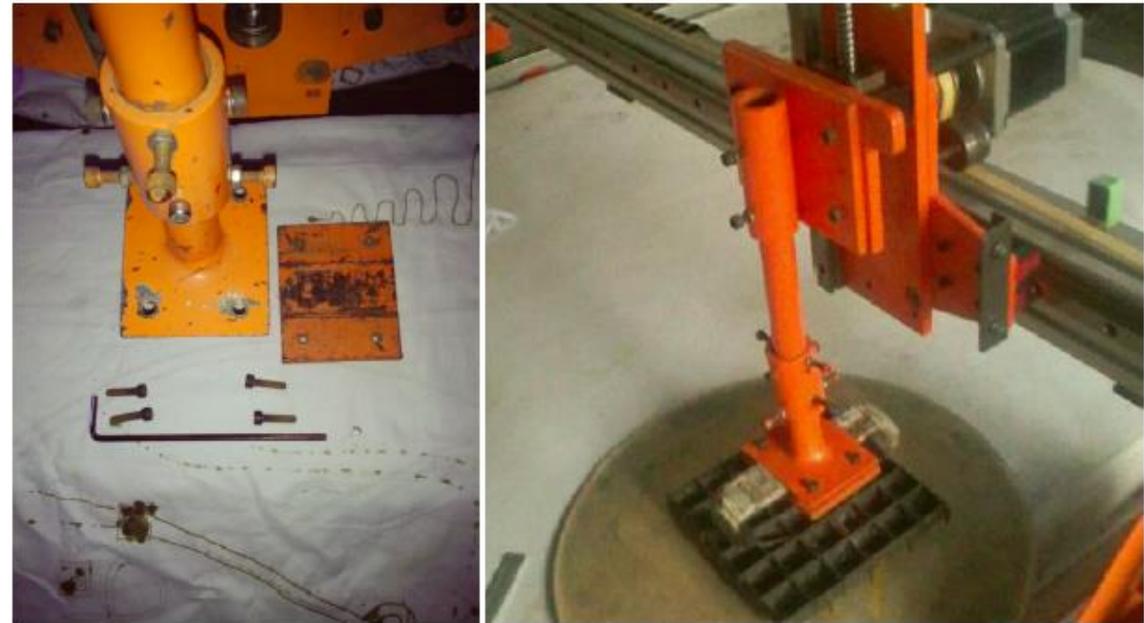


Metodologi

- Mesin batik cap yang akan digunakan untuk penelitian adalah mesin cap batik otomatis berkendali komputer yang telah ada, waktu penelitian dimulai bulan Februari 2014 dan diestimasikan selesai bulan Juli 2014, bertempat di Laboratorium Proses dan Sistem Produksi, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik.
- Penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan studi literatur, observasi, pengumpulan data dan desain *automatic tool changer* awal dan lanjut. Desain awal menggunakan *Solidworks* sebagai acuan observasi, pengumpulan data dan desain lanjut.
- Detail gambar teknik pada desain lanjut menggunakan *Autodesk Inventor*, jika gambar teknik telah sesuai dengan perancangannya, kemudian dilanjutkan dengan proses manufaktur atau pembuatan mekanik *automatic tool changer* dan instalasi kontrol PLC.
- Dilanjutkan dengan uji kinerja *automatic tool changer*

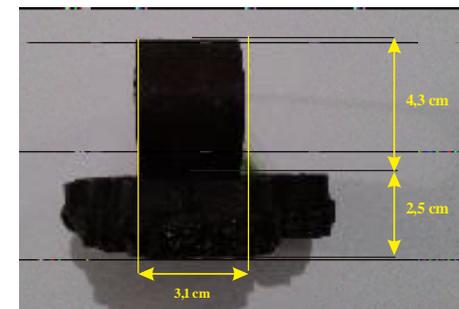
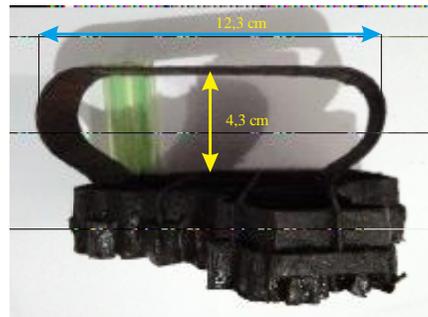
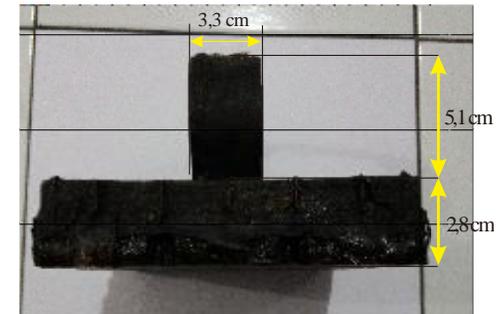
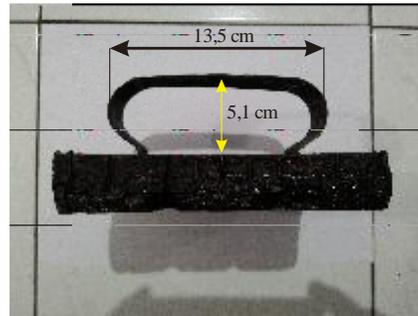
Hasil dan Pembahasan

- **Identifikasi Masalah**
 - Pencekam cap batik masih bersifat manual di mana cap batik dihubungkan dengan dudukan mesin cap batik dengan menggunakan dudukan besi yang dibaut pada keempat ujung dudukan.
 - Permasalahan yang timbul pada ada pada waktu pemasangan dan pelepasan cap batik dengan pola yang berbeda, yang memakan waktu apabila dilakukan penggantian cap



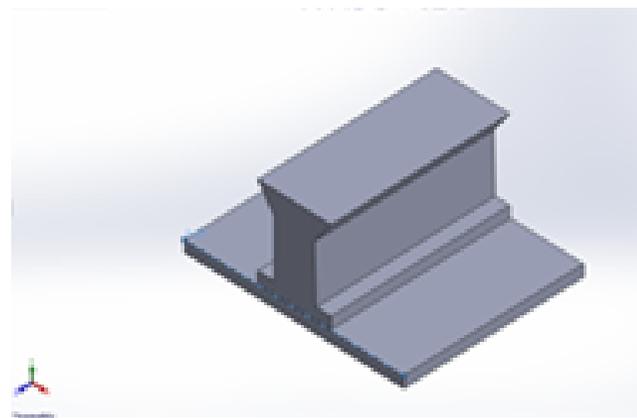
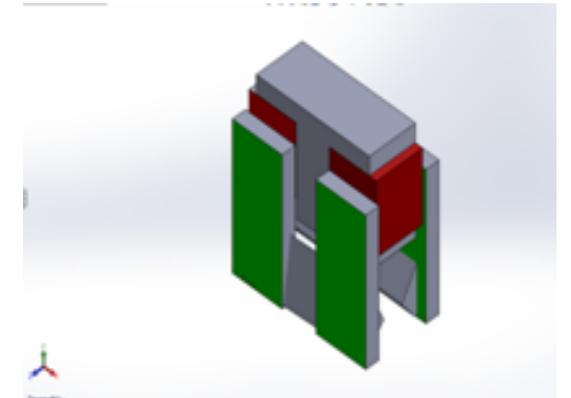
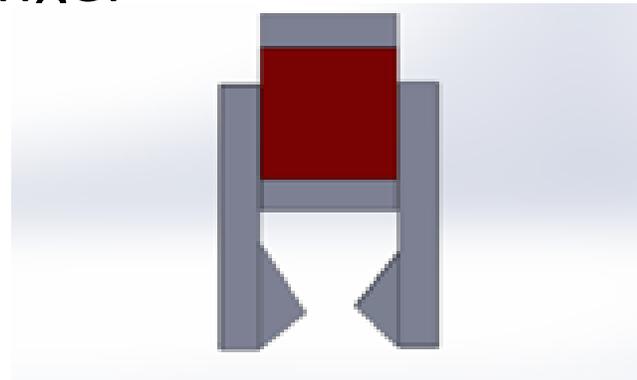
Hasil dan Pembahasan

- Observasi dan pengumpulan data awal
- Observasi dan pengumpulan data awal dilakukan dengan mengumpulkan beberapa jenis cap batik.
- Kemudian memilih cap yang akan digunakan berdasarkan kondisi fisik cap yang masih utuh dan baik dan bisa digunakan



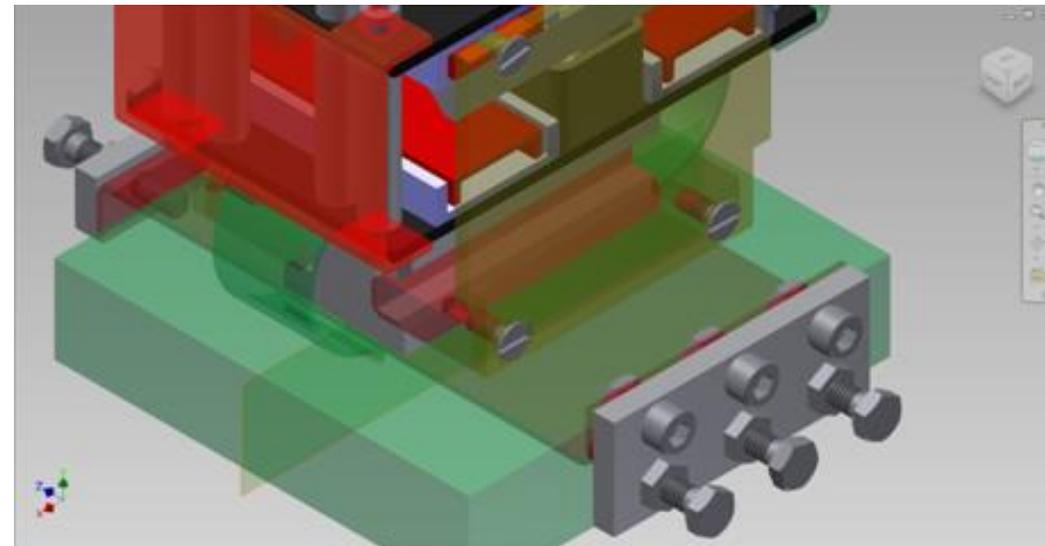
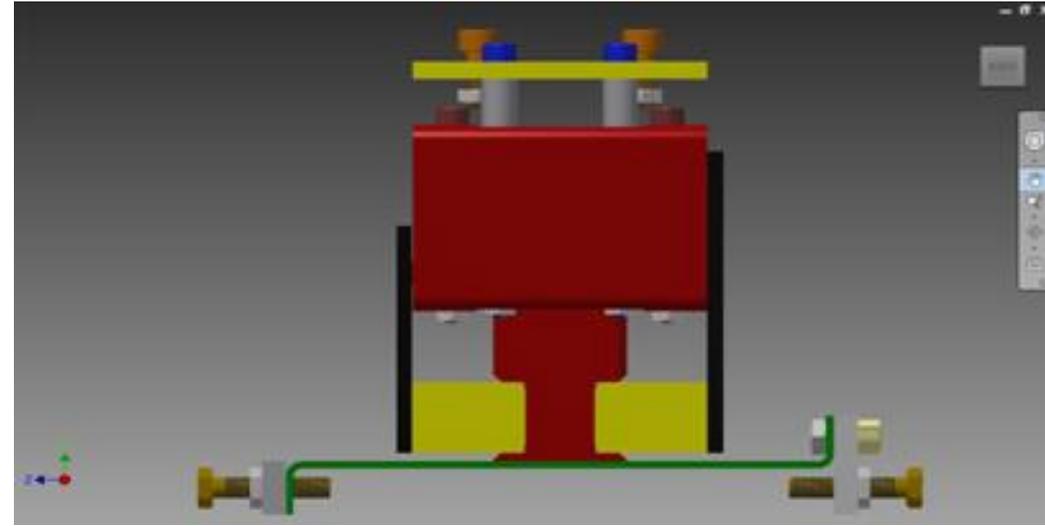
Hasil dan Pembahasan

- Desain awal Automatic Tool Changer
- Desain awal *automatic tool changer* adalah desain kasar yang digunakan sebagai acuan di dalam melakukan observasi lanjutan dan desain lanjutan.
- Pada desain ini terdiri dari desain dudukan pada cap batik dan desain *automatic tool changer*



Hasil dan Pembahasan

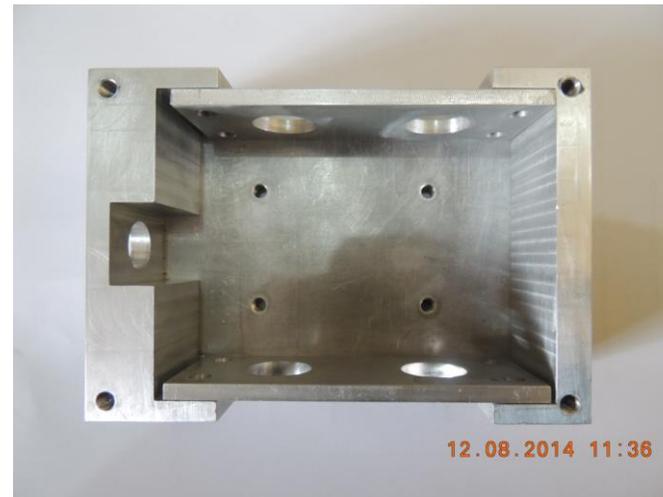
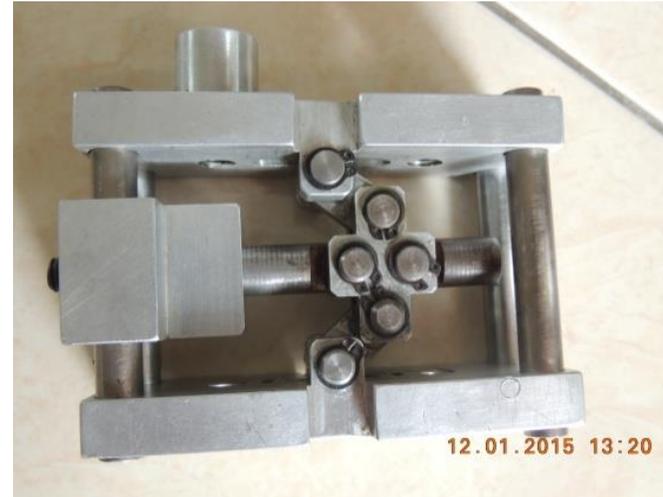
- Observasi, pengumpulan data dan desain lanjut Automatic Tool Changer
- Pada observasi lanjut dilakukan pengukuran mendetail baik pada cap batik, dudukan cap batik pada mesin untuk membuat desain lanjut dengan gambar yang lebih mendetail.
- Desain lanjut gripper menggunakan Autodesk Inventor



Hasil dan Pembahasan

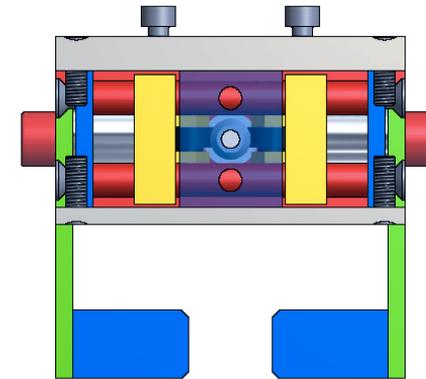
- Manufaktur Automatic Tool Changer

Setelah gambar desain selesai dikerjakan, dilanjutkan dengan memanufaktur gambar tersebut menjadi physical prototype, seperti terlihat pada gambar berikut ini

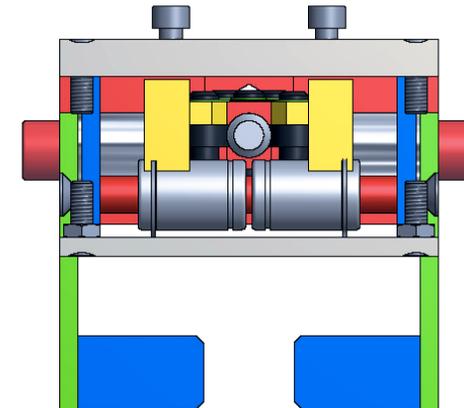


Hasil dan Pembahasan

- Manufaktur Automatic Tool Changer
 - Modifikasi dilakukan pada automatic tool changer ini dengan menambahkan linear bearing pada empat poros bawah.
 - Penambahan poros linear bearing ini menyebabkan perubahan ketinggian pada poros pneumatic cylinder.
 - Untuk mengakomodasi penambahan linear bearing pada empat poros bawah, empat poros atas harus dihilangkan



Sebelum

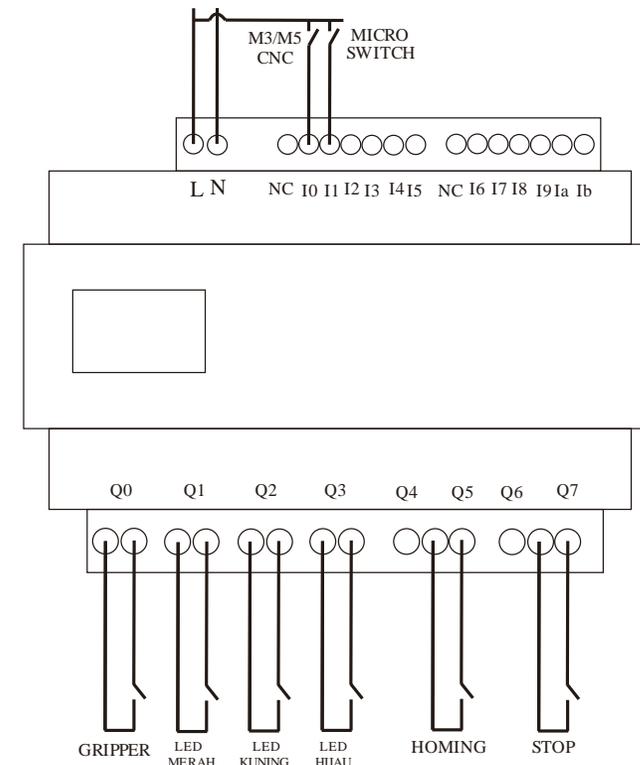
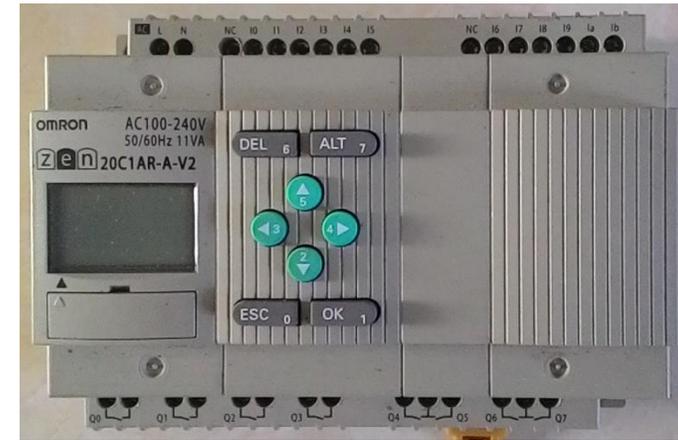


Sesudah

Hasil dan Pembahasan

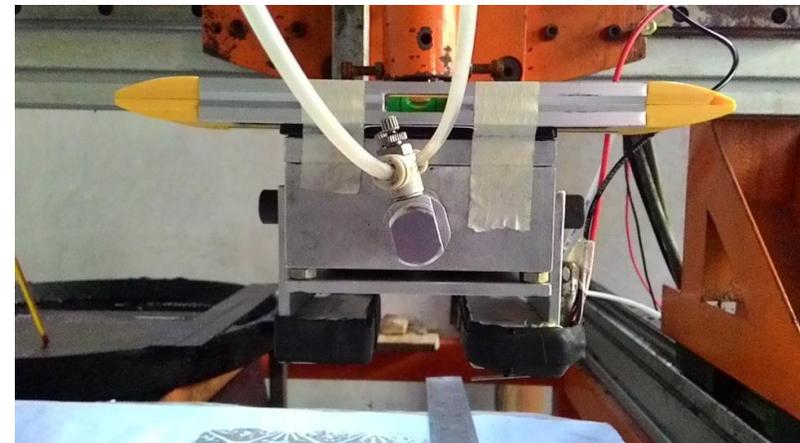
- Installing PLC Control

- PLC yang digunakan adalah PLC Omron Zen 20C1AR - A - V2 seperti yang ditunjukkan oleh gambar, PLC ini memiliki 12 Input dan 8 Output.
- Wiring PLC tampak seperti pada gambar berikut ini :
- Dimana I0 adalah input yang berasal dari CNC dalam hal ini M3/M5, yang berfungsi sebagai input pencekaman. M3 berarti mencekam, M5 berarti tidak mencekam. dan I1 adalah input yang berasal dari microswitch yang terinstall pada automatic tool changer yang berfungsi sebagai safety sistem.



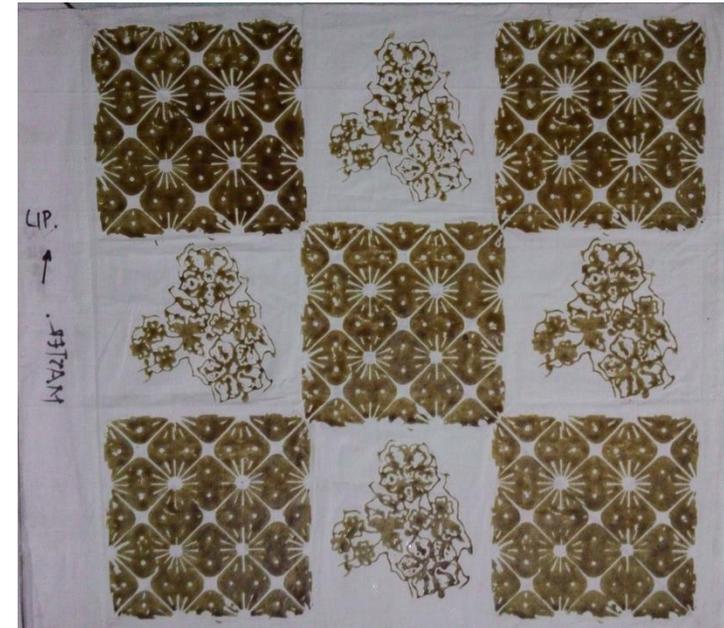
Hasil dan Pembahasan

- **Installing PLC Control**
 - 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 automatic tool changer kembali ke titik nol.
 - Untuk Output, 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.



Hasil dan Pembahasan

- Uji Kinerja Automatic Tool Changer
- Pola acuan ini dikerjakan oleh pengrajin batik cap tradisional. Batik cap hasil pengrajin batik ini ini dijadikan tolak ukur di dalam mengukur waktu pengecapan dan tebalnya lilin pada pola yang nantinya akan dibandingkan dengan waktu pengecapan dan tebal lilin pada batik cap hasil



1. hasil pengecapan manual

Hasil dan Pembahasan

- Uji Kinerja Automatic Tool Changer
- Kualitas hasil pengecapan pada mesin ini di nilai oleh pengecap tradisional berpengalaman (expert) untuk menentukan apakah hasilnya sudah baik atau perlu ditingkatkan.
- Berikut adalah hasil pengecapan pola 3x3 mesin CNC yang telah disetujui hasilnya oleh expert



2. Hasil pengecapan automatic tool changer

Hasil dan Pembahasan

- Uji Kinerja Automatic Tool Changer

1. hasil pengecapan manual



2. hasil pengecapan automatic tool changer



Kemandirian, Kemanfaatan, Inovasi

- Kemandirian: Di dalam project ini kami bertanggung jawab terhadap pemrograman PLC dan CNC, pemasangan dan setting Automatic Tool Changer serta pengujiannya. Aktivitas-aktivitas tersebut kami lakukan secara mandiri.
- Kemanfaatan: Automatic Tool Changer terbukti secara signifikan mempercepat penggantian cap pada mesin cap batik berbasis CNC
- Inovasi: Automatic Tool Changer ini sendiri adalah sebuah pembaruan sistem dari sistem lama dimana penggantian cap pada mesin cap batik berbasis CNC masih manual.

Kesimpulan

- Automatic tool changer telah berhasil dirancang dan dimanufaktur.
- Penggantian tool pada mesin batik cap otomatis menggunakan automatic tool changer memberikan dampak yang signifikan dalam hal waktu penggantian tool dan keakuratan serta kepresisian pengecapan. Penggantian cap secara manual untuk pemasangan membutuhkan waktu rata-rata 126,3 detik, dan untuk melepas membutuhkan waktu rata-rata 79,3 detik. Penggantian cap menggunakan automatic tool changer membutuhkan waktu rata-rata 1 detik didalam melepas dan rata-rata 1 detik dalam memasang.
- Hasil pengecapan menggunakan gripper otomatis ini dalam hal tebal lilin sudah mendekati hasil pengecapan pengrajin tradisional. Tebal pengecapan lilin manual 0,45 mm, tebal pengecapan lilin menggunakan automatic tool changer 0,453 mm.

Referensi

- 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
- Perkasa, M.A.I. , 2013, Perancangan Proses Produksi Batik Cap Menggunakan Mesin CNC Batik, Tesis S2 Teknik Industri UGM, Yogyakarta
- 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

Ucapan Terima Kasih

- Mentor:

Ir. Andi Sudiarso, S.T., M.T., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

- Owner Mesin CNC Cap Batik:

Dr.Eng. Ir. Muh Arif Wibisono, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.