

PERENCANAAN INSTALASI KONTROL PNEUMATIK MENGUNAKAN METODE CASCADE PADA ALAT PELUMATAN TANAH LIAT SEBAGAI BAHAN DASAR BATU BATA MERAH.

Semuel Marthen Taribuka^{* 1)},
Azmain Noor Hatuwe^{*2)}

ABSTRACT

Red brick is the part of the material that use to make buildings, houses and the other things. In general, technology which use to make the red brick is manually, for example in the crushed process of clay using human foot. Many tools have been created to crushed the clay. That purpose is to increase the capacity of the product. The aim of this research is to develop the technology of crushed of clay using pneumatic technology. The pneumatic installation planning in clay crushed machine using cascade method. The reason of use this method are cascade method can complete the complicated of the pneumatic installation manufacture with valve limits are 4 pieces and the working fluid of pneumatic cylinder is the air that can be obtained in the world without pay. Installation of the crushed clay machine using 3 cylinder pneumatic. They are A, B, and C cylinder which diameter cylinder is 3,23 cm and the force is 50 kilograms. The testing of pneumatic installation preparation to the suitability with the cylinder work steps are made by simulation using the pneumatic software in computer. The simulation result is A and B cylinder move up and down according to the movements of human foot in crushed process. The speed of cylinder movement can be controlled according to the needs. Cylinder C move up and down to move the tub that containing clay. That speed can controlled according to the needs.

Keywords : Pneumatic, Cascade Method, Clay, Bricks.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Batu bata merah merupakan bahan material yang digunakan membuat bangunan gedung, rumah dan lain kebutuhan. Teknologi yang digunakan untuk membuat batu bata merah pada umumnya secara manual, khususnya dalam proses pelumatan tanah liat menggunakan kaki manusia. Keterbatasan tenaga manusia ini mempengaruhi kemampuan produk batu bata merah. Berbagai peralatan telah dibuat untuk melumat tanah liat dalam rangka meningkatkan kapasitas produk. Demikian pula pada penelitian ini bermaksud mengembangkan teknologi pelumatan tanah liat menggunakan teknologi pneumatik.

Penggunaan teknologi pneumatik pada mesin pelumat tanah liat dapat disesuaikan dengan gerakan mesin pelumat, seperti gerak rotari atau translasi. Pada penelitian perencanaan instalasi pneumatik meniru gerakan kaki yang menginjak tanah liat. Agar proses pelumatan merata dibutuhkan satu selinder yang menggerakkan bak tempat pelumatan tanah liat. Beban kerja pada masing-masing selinder sebesar 50 kg.

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat direncanakannya instalasi pneumatik pada mesin pelumat tanah liat. Mesin pelumat ini dapat dioperasikan dan meningkatkan kapasitas produksi.

1.2. Permasalahan

Yang menjadi permasalahan pada penelitian ini, adalah bagaimanakah merencanakan instalasi pneumatik pada mesin pelumat tanah liat produksi batu bata merah.

1.3. Batasan masalah

Fokus penelitian ini adalah merencanakan instalasi pneumatik tidak menghitung dari sisi ekonomi.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat pelaku industri batu bata merah sebagai bahan pertimbangan dalam meningkatkan produk serta sebagai kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan teknologi pneumatik.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Pneumatik.

Pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). Sistem udara bertekanan merupakan upaya mengendalikannya aktuator baik berupa silinder maupun motor pneumatik, agar dapat bekerja sebagaimana yang diharapkan. Masukan (*input*) diperoleh dari katup sinyal, selanjutnya diproses melalui katup pemroses sinyal kemudian ke katup kendali sinyal. Bagian kontrol akan mengatur gerakan aktuator (*output*)

^{*)} *Semuel M Taribuka, Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon*

^{**)} *Azmain Noor Hatuwe, Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon*

agar sesuai dengan kebutuhan. Sistem kontrol pneumatik merupakan bagian pokok sistem pengendalian yang menjadikan sistem pneumatik dapat bekerja secara otomatis. Adanya sistem kontrol pneumatik ini akan mengatur hasil kerja baik gerakan, kecepatan, urutan gerak, arah gerakan maupun kekuatannya. Dengan sistem kontrol pneumatik ini sistem pneumatik dapat didesain untuk berbagai tujuan otomatis dalam suatu mesin industri.

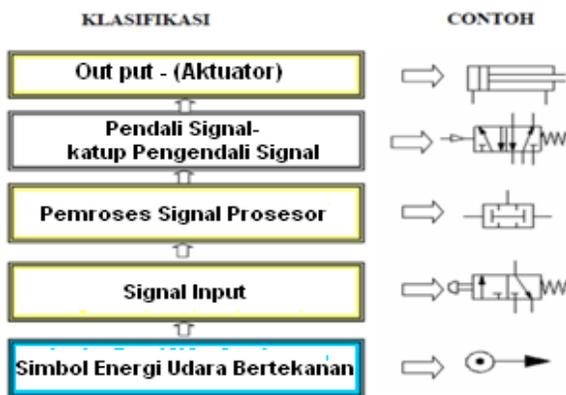
Bentuk-bentuk dari sistem kontrol pneumatik ini berupa katup (*valve*) yang bermacam-macam. Menurut fungsinya katup-katup tersebut dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu:

- a) Katup Sinyal (*sensor*)
- b) Katup pemroses sinyal (*processor*), dan
- c) Katup pengendalian.

Katup-katup tersebut akan mengendalikan gerakan aktuator agar menghasilkan sistem gerakan mekanik yang sesuai dengan kebutuhan.

2.2. Elemen Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik memiliki elemen yang mempunyai fungsi berbeda-beda. Secara garis besar elemen pada sistem pada pneumatik dapat dilihat pada skema berikut: (Gambar 1).



Gambar 1. Elemen Sistem Pneumatik (*FESTO FluidSIM*)

2.3. Katup-katup Pneumatik

Katup berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara kempa yang akan bekerja menggerakkan aktuator.

Output yang dihasilkan oleh katup control sinyal akan diproses melalui katup pemroses sinyal (*prosesor*). Sebagai pengolah *input* dari katup sinyal, maka hasil pengolahan

sinyal akan dikirim ke katup kendali yang akan diteruskan ke aktuator agar dapat menghasilkan gerakan yang sesuai dengan harapan.

Katup pemroses sinyal terdiri dari beberapa jenis, antara lain katup dua tekan (AND), katup satu tekan (OR), katup NOT, katup pengatur aliran udara (cekik) satu arah, katup pembatas tekanan, dan lain-lain, seperti yang tampak dalam tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Lambang dan Nama Simbol Prosesor.

LAMBANG	NAMA
	Katup dua tekan (AND)
	Katup satu tekan (OR)
	Katup aliran satu arah dengan pembalik pegas
	Katup aliran satu arah tanpa pegas
	Katup pengatur aliran (cekik) satu arah
	Katup OR dengan tekanan tertentu
	Cekik dua arah
	Katup pengatur tekanan udara penyetel pegas

2.4. Gaya Piston

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen rapat. Gaya piston secara teoritis dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$F = A \cdot p \dots\dots\dots (1)$$

Untuk silinder kerja tunggal :

$$F = (D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p) - f \dots\dots\dots (2)$$

Untuk silinder kerja ganda :

➤ Langkah maju

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p \dots\dots\dots (3)$$

➤ Langkah mundur

$$F = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} p \dots\dots\dots (4)$$

Di mana :

F = Gaya piston (N)

f = Gaya pegas (N)

D = Diameter piston (m)

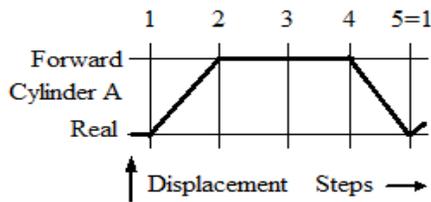
d = Diameter batang piston (m)

A = Luas penampang piston yang dipakai (m²)

P = Tekanan kerja (Pa).

2.5. Diagram Perubahan Langkah.

Rangkaian langkah elemen kerja ditunjukkan dengan diagram pada gambar 3. Semua perubahan posisi elemen kerja dari langkah awal hingga akhir direkamnya. Seandainya kontrol yang ada itu mempunyai elemen kerja lebih dari satu, maka semua kegiatan langkah kerja dari semua elemen kerja ditunjukkan atau digambarkan dengan cara yang satu ada dibawah yang lainnya, dimana hubungan elemen kerja satu dengan yang lainnya diperlihatkan pada setiap perubahan langkah kerja.



Gambar 2. Diagram Perubahan Langkah

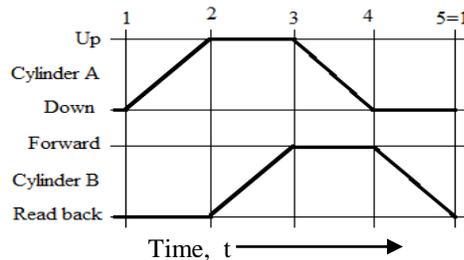
Pada gambar diatas perubahan posisi dari pada silinder A ditunjukkan pada diagram langkah kerja. Perubahan langkah kerja tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Setiap langkah kerja (*step*) ditunjukkan pada garis sumbu horizontal.
- Bila memungkinkan, setiap perubahan posisi tidak digambarkan berdasarkan skala panjang atau besarnya gerakan, tapi untuk setiap langkah dan setiap elemen kerja dibuat sama.

- Kalau terdiri dari beberapa unit, penggambaran satu dengan yang lainnya jangan terlalu dekat.
- Apabila ada perubahan sistim selama bekerja, misalnya dengan mempergunakan sakelar pembatas (*limit switch*) yang dipasang pada posisi elemen kerja yang sedang beroperasi setengah jalan, atau perubahan selama dalam pendorongan, maka harus ditunjukkan langkah tambahan.
- Setiap langkah kerja hendaknya diberi nomor.
- Penunjukan dari pada kondisi atau posisi elemen kerja bisa ditentukan sendiri, apakah mau ditunjukkan dengan (+) untuk maju dan (-) untuk mundur.
- Penunjukan dari pada elemen kerja ditempatkan pada sebelah kiri, dari pada diagram.

2.6. Diagram Perubahan Waktu

Penggambaran diagram perubahan waktu menunjukkan ketergantungan antara gerakan langkah terhadap waktu yang diperlukan. Diagram ini berbeda dengan diagram perubahan langkah, dimana pada diagram perubahan waktu penggambaran hendaknya mempunyai skala yang benar. Skala waktu ditempatkan atau digambarkan pada posisi horizontal, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3, berikut ini :



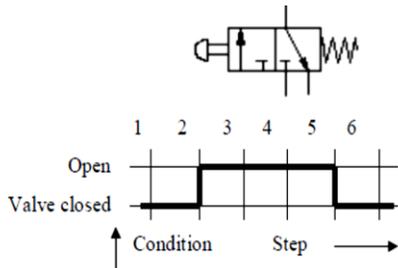
Gambar 3. Diagram Perubahan Waktu

Aturan penggambaran diagram perubahan waktu sama dengan aturan pada diagram perubahan langkah. Hubungan dengan diagram perubahan langkah, seandainya diagram perubahan waktu mempunyai jarak lebih panjang, maka supaya seimbang dengan diagram perubahan langkah diagram perubahan waktu

dipotong, sehingga ada garis kerja diagram perubahan waktu terpotong.

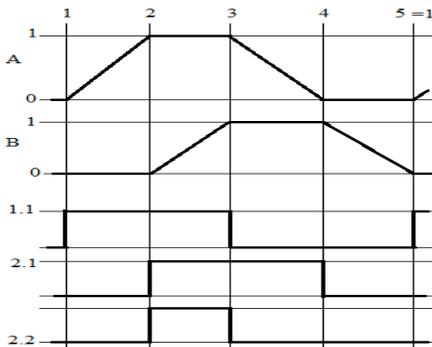
2.7. Diagram Kontrol.

Pada kontrol diagram ini menunjukkan kondisi sakelar, sebagai elemen kontrol, apakah dalam keadaan tertekan atau tidak, sehubungan dengan perubahan langkah ataupun perubahan waktu dan sebagai contoh diagram kontrol pada gambar di bawah ini (gambar 4) :



Gambar 4. Diagram Kontrol Sakelar.

Dibawah ini (gambar 4) ditunjukkan kombinasi peng-gambaran diagram perubahan langkah dan diagram kontrol. Pada gambar gabungan diagram ini terlihat jelas katup mana yang mempengaruhi Bergeraknya silinder.



Gambar 5. Diagram perubahan Langkah dan Kontrol.

2.8. Perencanaan Instalasi Kontrol Metode Cascade.

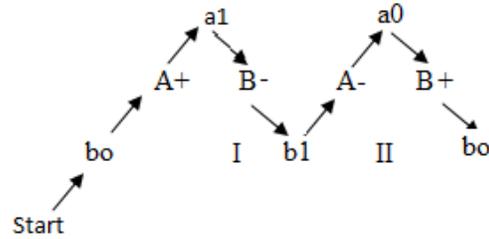
1. Tahapan Perencanaan.

Instalasi sistem kontrol pneumatik dengan kerumitan yang tinggi dapat diselesaikan dengan menggunakan metode cascade. Pembuatan instalasi pneumatik dengan sistem

kontrol metode cascade, dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :

- Pendefinisian urutan gerakan langkah kerja
- Pembagian kelompok saluran udara
- Katup kontrol pembalik saluran
- Katup kontrol langkah kerja.

Hasil dari tahapan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut: (Gambar 6)



Gambar 6. Pendefinisian Urutan Langkah Kerja.

Dari pendefinisian langkah kerja silinder di atas diketahui:

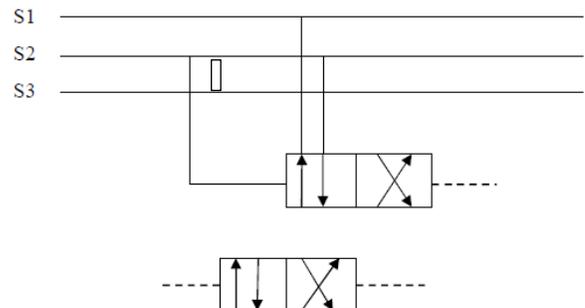
- Ada 2 saluran udara (n)
- Katup pembalik saluran (n-1), 1 buah
- Katup kontrol langkah kerja 4 buah
- 1 buah katup start.

2. Syarat Awal Perencanaan

Persyaratan sistem kontrol pneumatik dengan metode Cascade adalah sebagai berikut:

- Posisi awal langkah kerja, saluran terakhir harus terisi udara.
- Saluran berisi udara bertekanan dilakukan secara bergantian, selama proses hanya boleh ada satu saluran yang berisi udara bertekanan.

Instalasi saluran udara dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 7. Instalasi Saluran Udara

III. METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian perencanaan mesin pelumat tanah liat berteknologi pneumatic ini adalah kajian pustaka, sedangkan sumber data perencanaan diperoleh melalui pengamatan pada industry pengolahan batu bata merah,

3.2. Perencanaan Penelitian

- Mempersiapkan data penelitian melalui pengamatan langsung ke industry batu bata merah.
- Mempersiapkan referensi yang mendukung perencanaan.
- Menentukan arah gerak silinder sesuai proses pelumatam tanah liat secara manual.
- Merencanakan instalasi pneumatic dengan berdasarkan metode cascade.
- Menguji kebenaran dari hasil rancangan instalasi pneumatic, dengan cara mensimulasi gerakan silinder pada komputer menggunakan softwear pneumatic.
- Menganalisa hasil pengujian
- Pembuatan laporan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.

4.1. Data proses melumat tanah liat.

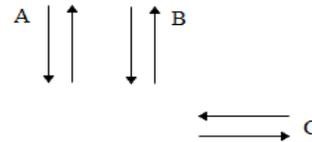
Dari hasil pengamatan proses pelumatan tanah liat pada industri diperoleh informasi yang digunakan untuk merencanakan mesin pelumat tanah liat menggunakan teknologi pneumatic, sebagai berikut:

- Tanah liat yang akan diolah (disaring) terlebih dahulu dari batu atau material lainnya yang terkandung di dalam tanah liat tersebut.
- Tanah liat direndam selama 24 jam dengan air di dalam kolam, agar menjadi lunak.
- Proses pelumatan secara manual, dilakukan dengan cara diinjak selama lebih kurang 3 jam.

4.2. Analisa Gerak Pneumatik.

Kaki sebagai pelumat tanah liat secara manual, dapat digantikan dengan silinder pneumatic. Gerakan kaki kiri dan kanan yang menginjak tanah liat, diilustrasikan sebagai vektor arah gerak, sebagai berikut :

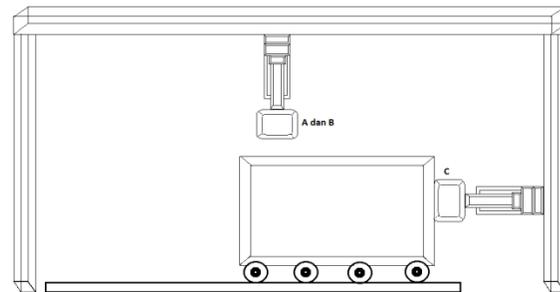
Kaki kiri digantikan dengan silinder A dan kaki kanan digantikan dengan silinder B, ke duanya bergerak turun naik secara bergantian. Sedangkan vektor C menunjukkan gerakan dari silinder C yang mendorong maju-mundur bak pelumat tanah liat, sebagaimana ditunjukkan gambar 8.



Gambar 8. Pergerakan Silinder

4.3. Proses Perencanaan Silinder Pneumatik, Bak, dan pergerakannya.

Instalasi proses pelumatan tanah liat direncanakan terdiri dari beberapa bagian yakni: silinder pneumatic, tiang tumpuan silinder, bak, rell, dan roda. Digunakan roda dan rell agar bak dapat bergerak ke kanan dan ke kiri yang didorong atau ditarik dengan silinder pneumatic. Adapun gambar tempat pelumatan tanah liat yang dikerjakan menggunakan tenaga pneumatic sebagai berikut : (Gambar 9) :



Gambar 9. Sketsa mesin pelumat tanah liat

4.4. Perencanaan Instalasi Pneumatik Dengan Metode Cascade dan Prinsip Kerjanya.

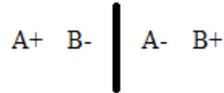
Perencanaan instalasi pneumatic dengan menggunakan metode Cascade yaitu :

1. Urutan Notasi singkat

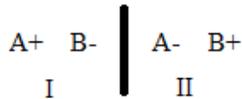
Pendefinisian urutan gerak dengan notasi singkat sebagai berikut : A+ B- A- B+

2. Pembagian Group (Kelompok).

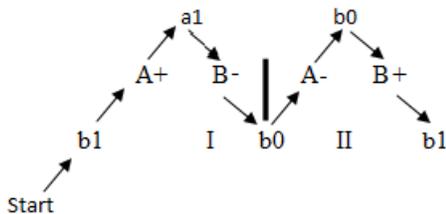
- a) Pembagian kelompok suatu operasi silinder yang terjadi hanya sekali dalam satu kelompok.



- b) Penomoran pada masing-masing kelompok.

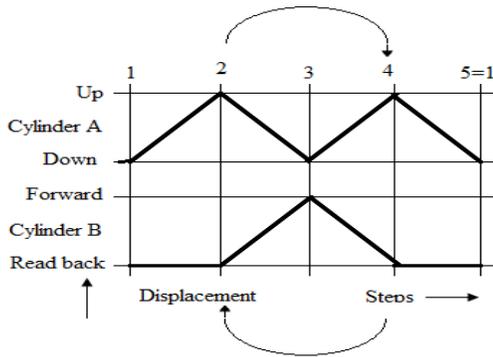


3. Pembuatan Langkah Kerja Pada Metode Cascade yaitu:



Gambar 10. Pendefinisian Langkah

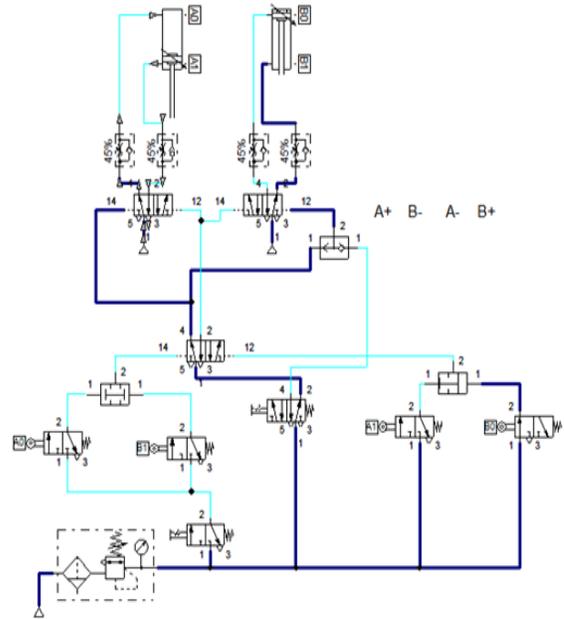
4. Gambar grafik langkah kerja yaitu:



Gambar 11. Grafik Langkah Kerja

5. Gambar instalasi kontrol pneumatik silinder A dan silinder B.

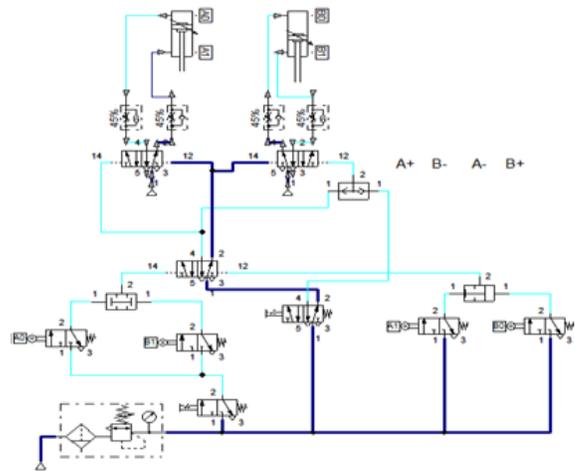
Selinder A dan B berfungsi melumat tanah liat, instalasi untuk menggerakkan kedua selinder, sebagaimana diperlihatkan pada gambar sebagai berikut: (Gambar 14a)



Gambar 12 (a). Instalasi Kontrol.

Prinsip Kerjanya:

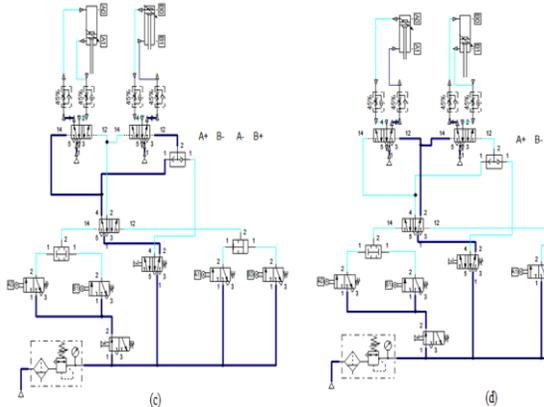
Apabila tombol start ditekan maka udara bertekanan mengalir dari 1 ke 2 (katup tuas 5/2).Udara bertekanan dari 2 masuk ke katup pembalik 5/2 melalui 1 ke 4, kemudian udara mengalir masuk melalui 14 ke katup pengarah 5/2. Setelah itu udara yang mengalir dari 1 ke 4 masuk ke silinder A dan piston bergerak maju dari A₀ ke A₁.



Gambar 12(b). Instalasi Kontrol.

Prinsip Kerjanya:

Udara mengisi saluran 2 melalui katup pembalik saluran 5/2. Udara pada saluran 2 memberikan signal pada dua arah, yakni katup 5/2 pemroses signal selinder A memberikan signal kepada selinder A untuk bergerak mundur, sedangkan katup 5/2 pemroses signal selinder B memberikan signal kepada selinder B untuk bergerak maju. Pada akhir langkah selinder A bergerak mundur menekan roll katup A₀ (3/2) dan selinder B menekan roll katup B₁.



Gambar 12 (c dan d). Instalasi Kontrol.

Prinsip kerjanya:

Katup A₀ dan katup B₁ memberikan signal pada katup pembalik saluran untu memindah udara bertekanan dari saluran 2 ke saluran 1. Udara pada saluran 1 memberikan signal pada dua arah yakni katup 5/2 pemroses signal selinder A memberikan signal kepada selinder A untuk bergerak maju, dan katup 5/2 pemroses signal selinder B memberikan signal kepada selinder B untuk bergerak mundur. Pada akhir langkah selinder A bergerak maju menekan roll katup A₁ (3/2) dan selinder B menekan roll katup B₂, sebagaimana diperlihatkan pada gambar 12 c.

Gambar 12d menunjukkan, gerakan selanjutnya berulang mengikuti siklus yang telah ditentukan. Selinder A dan Selinder B bergerak maju dan mundur secara bergantian berkesimbangan. Gerakan selinder akan berhenti jika ditekan tombol stop.

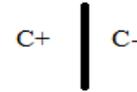
6. Perencanaan Instalasi Pneumatik Untuk Silinder C

Adapun pembuatan instalasi pneumatik dengan menggunakan metode cascade yaitu :

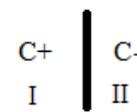
1. Urutan Notasi singkat
 Pendefinisian urutan gerak dengan notasi singkat sebagai berikut: C+ C-

2. Pembagian Group (Kelompok)

a). Pembagian kelompok suatu operasi silinder yang terjadi hanya sekali dalam satu kelompok.

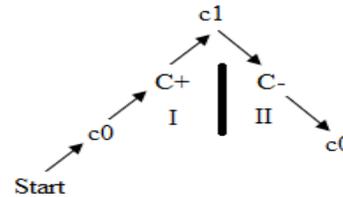


b). Penomoran pada masing-masing kelompok.

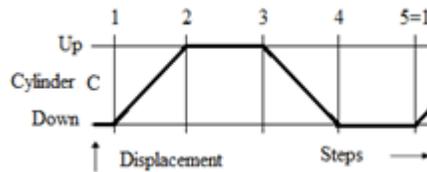


c). Pembuatan Langkah Kerja Pada Metode Cascade

Pada Silinder C (Gambar 13) :

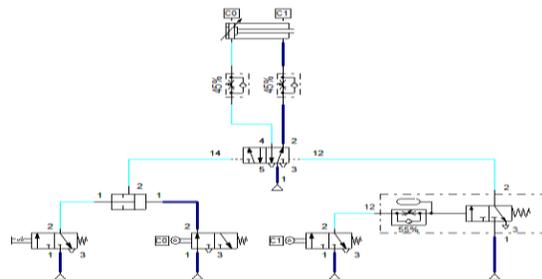


Gambar 13. Langkah-langkah Kerja



Gambar 14. Grafik Langkah Kerja

e. Gambar instalasi kontrol pneumatik silinder C

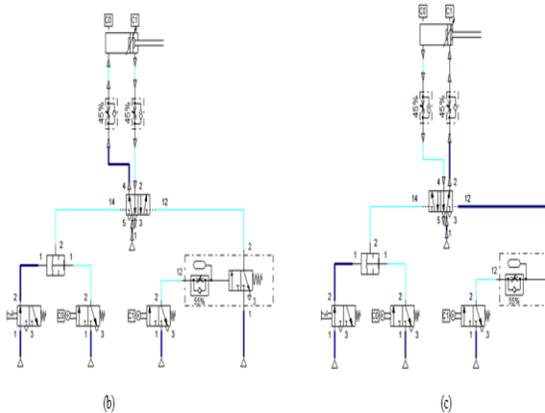


Gambar 15(a) Posisi awal silinder C.

Posisi awal selinder C adalah posisi selinder C dalam keadaan belum dioperasikan.

Gerak maju selinder C

Selinder C berfungsi menggerakkan bak pelumat tanah liat, instalasinya direncanakan sebagaimana diperlihatkan pada gambar 15.



Gambar 15 (b-c). Gerak selinder C maju dan mundur

Prinsip kerjanya:

Apabila tombol start ditekan akan mengoperasikan katup 3/2 berada posisi open, dan jika katup C₀ memberikan signal pada katup And maka katup 5/2 pemroses signal selinder C, memberikan signal selinder C untuk bergerak maju. Sedangkan gerak mundur selinder C jika katup C₁ tertekan oleh selinder C. Gerakan berhenti selinder C terjadi, jika tombol start ditekan sekali lagi, sehingga aliran udara masuk yang melalui katup start tertutup.

7. Menentukan Ukuran dan Gaya Piston Pneumatik.

Dasar perhitungan pneumatik akan dibahas untuk menyelesaikan hasil perencanaan pelumatan tanah merah (batu bata). Untuk menghitung Gaya Piston pada silinder A dan B, maka diketahui dahulu diameter dan tekanan piston dalam pelumatan tanah merah. Tekanan yang dibutuhkan 6 bar atau 6,12 kg/cm², gaya diperlukan 50 kg dan dengan rumus (1), diperoleh : luas penampang piston (A) = 18,7 cm² sedangkan diameter piston 3,23 cm, factor keamanan 2. Gaya piston yang dihasilkan bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat. Silinder pneumatik dapat dibebani lebih besar dari kapasitasnya. Berikut ini adalah gaya

piston silinder dari berbagai ukuran pada tekanan 1 – 10 bar, yang terdapat didalam tabel 2, sebagai berikut :

Tabel 2. Ukuran Diameter piston, Tekanan Kerja, dan Gaya Piston (wirawan, 2008)

Diameter Piston mm	Tekanan Kerja (bar)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Gaya Piston (kgf)									
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176
70	34	69	104	139	173	204	243	278	312	346
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332

8. Rekapitulasi Komponen Pneumatik

Komponen pneumatic yang digunakan pada mesin pelumat tanah liat, dapat diketahui jumlahnya melalui instalasi yang sudah dibuat. Rincian komponen pneumatic sebagaimana dicantumkan padan table 3.

Tabel 3. Rekapitulasi komponen pneumatik

No	Nama Komponen	Jumlah
1	Selinder kerja ganda	3 buah
2	Katup 3/2 operasi tombol dengan daten	2 buah
3	Katup 3/2 operasi roller	6 buah
4	Katup 3/2 fungsi time delay	1 buah
5	Katup 5/2 operasi tombol dengan daten	1 buah
6	Katup 5/2 operasi udara	4 buah
7	Katup AND	3 buah
8	Katup Or	1 buah
9	Kompresor	1 unit
10	Selang pneumatik	1 set
11	Sambungan T	3 buah
12	Katup kontrol aliran	6 buah

Proses pelumatan tanah liat dilakukan otomatisasi menggunakan teknologi pneumatik, sedangkan operator mesin bertugas mengisi tanah liat di dalam bak pelumat. Teknik ini dapat meningkatkan kapasitas produksi batu bata merah. Tenaga manusia untuk melakukan proses pelumatan secara manual, dapat dialihkan untuk mencetak batu bata merah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.

Dari hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Teknologi pneumatik dengan metode cascade dapat digunakan untuk melumatkan tanah liat sebagai material dasar pada proses pembuatan batu bata merah.
2. Teknologi pneumatik, lebih menghemat waktu dan tenaga pada proses pekerjaannya, dari pada menggunakan kaki.
3. Mesin pelumat tanah liat berteknologi pneumatik membutuhkan 3 selinder pneumatik dengan ukuran diameter 3,23 cm.
4. Beban kerja yang diberikan pada masing-masing selinder sebesar 50 kg.

5.2 Saran

Penelitian ini masih membutuhkan penelitian selanjutnya untuk melengkapi komponen mesin produksi batu bata merah, yakni teknik mencetak batu bata merah menggunakan teknologi pneumatic.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous, (1998), **Pneumatics System For Automation**, Festo Didactic, Jakarta.
2. Didin Sulaeman, (1992), **Kontrol Pneumatik 1-4**, Politeknik Manufaktur Bandung, ITB, Bandung.
3. Hatuwe A. N, (2010), **Kajian Awal Gerakan Silinder Elektropneumatik Berdasarkan Prinsip kerja Metode Cascade**, Politeknik Negeri Ambon.
4. Isdwiyanto Sugeng, Ir, (1996), **Peraktek Sistem Kontrol Pneumatik**, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.
5. Samuel M Taribuka (1998), **pneumatik I**, Buku Ajar, Politeknik Negeri Ambon.
6. Sugihartono, (1986), **Dasar-Dasar Kontrol Pneumatik**, Erlangga, Jakarta.
7. Wirawan. Pramono, (2008), **Pneumatik-Hidrolik**, Bahan Ajar, Universitas Negeri Semarang.
8. <http://ardiansite.files.wordpress.com>.