

PERANCANGAN MODEL ALAT PEMADAT TANAH UJI GEOSINTETIS MENGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK KONTROL PLC

Iwan Agustiawan^{1*}, Ali Albayumi², Nova M Nurizal³, Chandra P Wiguna⁴

^{*134}Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Jalan KPH Mustapa No 23 Bandung (40124)

²PT. Dirgantara Indonesia, Jalan Pajajaran No.154, Bandung (40174)

^{*}E-mail : Iwan.agustiawan@gmail.com

ABSTRAK

Alat pemadat tanah uji geosintetis merupakan alat uji untuk mengetahui kepadatan dan kekuatan tanah yang diperlukan untuk meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pada umumnya alat uji pemadat tanah (*proctor standard*) dioperasikan secara manual dimana sampel tanah dimasukkan kedalam tabung silinder berdimensi tertentu dan dilakukan pemadatan menggunakan piston berdimensi dan berat tertentu melalui prinsip gerak jatuh bebas. Untuk memperoleh alat uji yang dapat dioperasikan secara praktis, otomatis dan tetap menghasilkan nilai pengujian yang memenuhi syarat maka dilakukan perancangan model alat pemadat tanah uji geosintetis yang dioperasikan menggunakan sistem pneumatik kontrol PLC. Proses perancangan secara garis besar dilakukan melalui tahapan sebagai berikut : mengidentifikasi kebutuhan proses dan hasil pengujian yang diinginkan (sesuai standar) dari model alat uji pemadat tanah, menyusun spesifikasi teknik yang menjadi target perancangan, membuat perancangan konsep model alat uji, mewujudkan konsep rancangan melalui perhitungan mekanikal dan membuat dokumentasi hasil rancangan. Hasil yang diperoleh dari perancangan adalah gambar teknik dan kinerja model alat uji yang memiliki spesifikasi : kebutuhan daya minimal kompresor pada tekanan sistem di *service unit* sebesar 4 bar adalah 175,76 watt, menggunakan *DC Power Supply 24 Volt* untuk menggerakkan *Solenoid Directional Control Valve 5/2 Single Spring Return*, kontrol PLC *Schneider* tipe SR3B101BD dengan program *Ladder dan Function Block Diagram* , jumlah tumbukan pemadatan tanah untuk setiap pengujian dapat dikontrol sampai dengan 75 kali menggunakan *counter* di dalam PLC.

Kata kunci : alat uji, geosintetis, sistem pneumatik, kontrol PLC

ABSTRACT

Geosynthetic soil compactor test is a test tool to determine the density and strength of the land necessary to increase the carrying capacity of foundation on it. In general, soil compactor test equipment (Proctor standard) operated manually where the soil sample is inserted into a cylindrical tube of certain dimensions and compaction is done using a piston dimensions and weight through the principle of free fall motion. To obtain the test equipment that can be operated in a practical, automatic and still produce a qualified test value then the design model of geosynthetic test soil compactor which is operated using a PLC pneumatic control system. The process of designing the outline is done through the following steps: identifying the needs of the process and the test results are desired (according to standards) of the model test equipment compacting the soil, preparing technical specifications to target the design, making the design concept model test tools, embodies the concept design through calculation mechanical and documenting the design. The results of the design is a model of engineering drawings and performance testing tool that has the specs: minimal power requirement compressor system pressure in service units amounted to 4 bar is 175.76 watts, using a 24 Volt DC Power Supply to drive the Solenoid Directional Control Valve 5/2 Single Spring Return, Schneider PLC control type SR3B101BD with Ladder and Function Block Diagram program, the number of collisions for each test soil compaction can be controlled up to 75 times using a counter in the PLC.

Keywords: tool is a test, geosynthetic, pneumatic system, PLC control

PENDAHULUAN

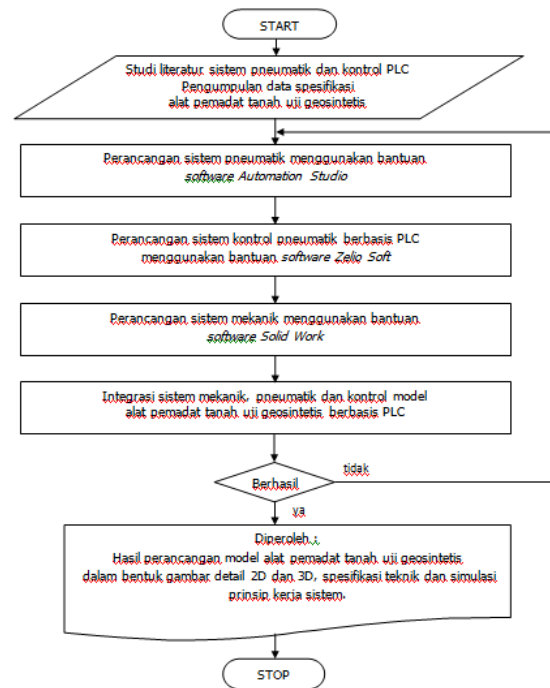
Alat pemadat tanah uji geosintetis merupakan alat uji untuk mengetahui kepadatan dan kekuatan tanah yang diperlukan untuk meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pada umumnya alat uji pemadat tanah (*proctor standard*) dioperasikan secara manual dimana sampel tanah dimasukkan kedalam tabung silinder berdimensi tertentu dan dilakukan pemadatan menggunakan piston berdimensi dan berat tertentu melalui prinsip gerak jatuh bebas. Untuk memperoleh alat uji yang dapat dioperasikan secara praktis, otomatis dan tetap menghasilkan nilai pengujian yang memenuhi syarat maka dilakukan perancangan model alat pemadat tanah uji geosintetis yang dioperasikan menggunakan sistem pneumatik kontrol PLC. Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah memperoleh hasil perancangan berupa model alat pemadat tanah uji geosintetis menggunakan sistem penggerak pneumatik berbasis kontrol PLC, yang memiliki prinsip kerja secara otomatis mengontrol gerak alat uji pemadat tanah dengan jumlah tumbukan yang terjadi sebanyak 75 kali menggunakan *counter* di dalam PLC.



Gambar 1. Alat uji pemadat tanah manual

METODOLOGI






Tahapan penelitian (proses perancangan) yang dilakukan secara garis besar diperlihatkan pada Gambar 2.














Gambar 2. Tahapan penelitian

Proses perancangan dimulai dengan mengidentifikasi spesifikasi kebutuhan proses dan hasil pengujian yang diinginkan (sesuai standar) dari model alat uji pemadat tanah. Selanjutnya dilakukan proses perancangan pada masing-masing bagian yaitu perancangan sistem pneumatik menggunakan bantuan *software Automation Studio*, perancangan sistem kontrol PLC dengan program *Ladder* dan *Function Block Diagram (FBD)* menggunakan bantuan *software Zelio Soft*, perancangan sistem mekanik menggunakan bantuan *software Solid Work*. Proses perancangan pada masing-masing bagian di atas dilakukan melalui tahapan fase menyusun spesifikasi target perancangan, membuat konsep dan mewujudkannya melalui perhitungan mekanikal. Untuk memperoleh satu kesatuan model alat uji pemadat tanah, maka dilakukan integrasi dari ketiga bagian tersebut di atas, yang kemudian diteruskan membuat dokumentasi hasil perancangan dalam bentuk gambar, spesifikasi teknik dan simulasi prinsip kerja. Di dalam perancangan sistem model alat uji pemadat tanah, sebagian besar komponen telah tersedia di Laboratorium Hidrolik dan Pneumatik. Adapun komponen sistem yang dibutuhkan tersebut diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen sistem model alat uji pemadat tanah uji geosintetis

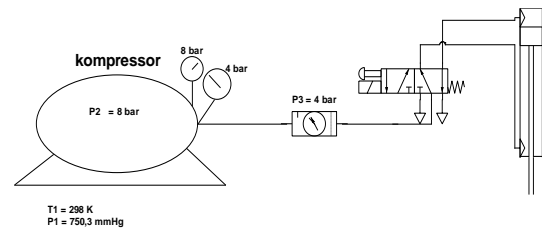
Nama Komponen	Jumlah	Gambar
Kompresor	1	
Aktuator <i>Doble Acting</i>	1	
DCV 5/2 Solenoid <i>Single Spring Return</i>	1	
Sensor (<i>Limit Switch</i>)	2	
Relay	3	

Solenoid Jepit	1	
Power Suplay DC 24 Volt	1	
Kabel	10 m	
Service Unit(FLR)	1	
Selang Ø6	3 m	

Tali Baja	1,5 m	
Puli	2	
Bandul Penumbuk	1 (6kg)	
PLC	1	
Trottle Valve	2	
Remote Control	1	
Counter	1	

Berdasarkan data komponen tersebut di atas maka dilakukan perhitungan pada sistem pneumatik yaitu menghitung tekanan udara di dalam aktuator berdasarkan beban bandul penumbuk alat uji, menghitung kecepatan aliran udara dalam selang, menghitung *headlosses* mayor dan minor, menghitung tekanan udara sistem di service unit dan menghitung kebutuhan daya minimal kompresor.

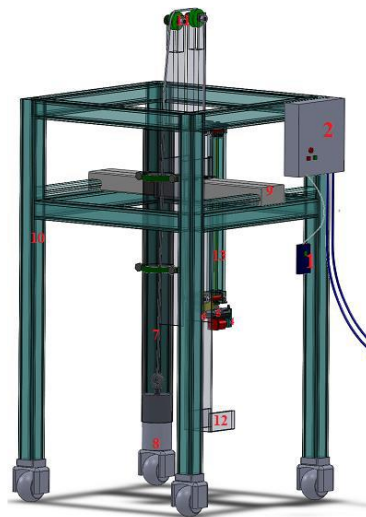
Gambar 3. Memperlihatkan rancangan skema rangkaian sistem pneumatik menggunakan bantuan *software Automation Studio*.



Gambar 3. Skema rangkaian sistem pneumatik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses perancangan yang telah dilakukan maka diperoleh konstruksi model alat pemadat tanah uji geosintetis yang diperlihatkan pada gambar 4.

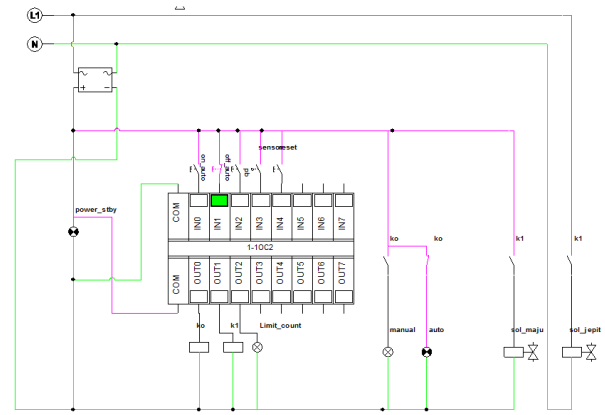


Gambar 4. Rancangan model alat pemadat tanah uji geosintetis

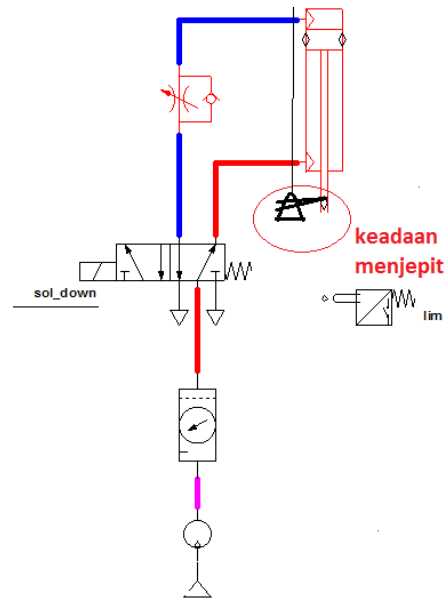
Keterangan Gambar 4. :

1. *Remote control* : bagian untuk mengaktifkan solenoid DCV dan solenoid jepit sehingga aktuator bergerak *extend*.
2. *Box panel* : merupakan box tempat kontrol dari sistem mesin penumbuk dan di dalamnya terdapat PLC dan DCV.
3. *Aktuator* : bagian yang berfungsi mengangkat bandul penumbuk melalui gerakan *extend*.
4. *Solenoid jepit* : merupakan *Solenoid Valve* yang berfungsi menggerakkan mekanisme *clamp* untuk menjepit pentul sling tali baja bandul penumbuk.
5. *Clamp* : merupakan bagian/mechanisme yang digerakan oleh solenoid jepit untuk menjepit pentul sling tali baja bandul penumbuk.
6. *Pentul sling penumbuk* : bagian ujung sling tali baja bandul penumbuk yang dijepit *clamp*
7. *Selongsong* : bagian yang merupakan tempat agar bandul penumbuk terarah dalam dalam gerak jatuh bebas
8. *Bandul* : beban untuk menumbuk tanah.
9. *Selongsong* : bagian yang merupakan tempat agar bandul penumbuk terarah dalam dalam gerak jatuh bebas.
10. *Rig* : merupakan struktur penopang dari model alat pemadat tanah uji geosintetis.
11. *Puli* : merupakan bagian yang berfungsi menopang dan mengarahkan sling tali baja bandul penumbuk .
12. *Limit switch* : merupakan sensor/bagian sistem kontrol untuk membatasi gerak aktuator dan memberikan *signal* mengaktivasi *valve*.

Sistem kontrol pneumatik model alat pemadat tanah menggunakan PLC *Schneider* tipe SR3B101BD dengan program *Ladder* dan *Function Block Diagram (FBD)*. PLC berfungsi sebagai *controller* yang mengatur aktivasi valve (Solenoid DCV 5/2 dan valve clamp penjepit) berdasarkan masukan sinyal dari sensor *limit switch* sehingga menghasilkan gerakan otomatis fungsi model alat pemadat tanah uji geosintetis. Gambar 5. dan 6. masing-masing memperlihatkan skema rancangan *hardware* sistem PLC dan pneumatik menggunakan bantuan *software Automation Studio*.



Gambar 5. Skema rancangan *hardware* sistem PLC

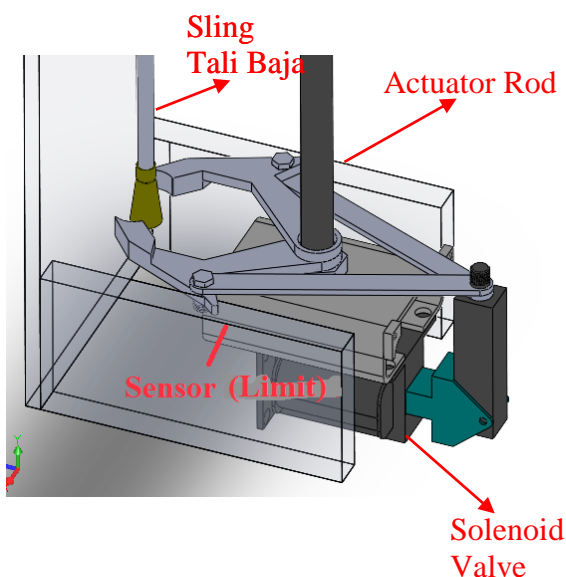


Gambar 6. Skema rancangan rangkaian sistem pneumatik

Dalam pengoperasian sistem kontrol *mode* manual, tumbukan hanya dihitung secara manual ketika *push button* ditekan, dan tidak dihitung oleh *counter*. Pada *mode* manual, pengoperasian dalam menumbuk tanah bisa bebas sesuai yang diinginkan, tetapi untuk kasus ini tumbukan yang diinginkan adalah 75 kali. Ketika *push button* ditekan, maka clamp akan menjepit pentul sling tali baja untuk menarik bandul penumbuk dan aktuator bergerak *extend* hingga menyentuh *limit switch* bawah. Ketika *limit switch* bawah tersentuh, clamp akan melepaskan pentul sling tali baja sehingga bandul penumbuk bergerak jatuh bebas hingga menumbuk tanah, dan sekaligus

aktuator bergerak *retract* dan kembali ke posisi awal untuk siap secara manual melaksanakan operasi penumbukan berikutnya. Apabila jumlah tumbukan yang diset di counter telah tercapai, maka secara otomatis mesin akan berhenti dan jumlah tumbukan yang terjadi dapat dilihat pada layar PLC yang menginformasikan bahwa tumbukan yang terjadi telah mencapai batas yang diset. Sementara pada pilihan *mode* otomatis, ketika push button ditekan, maka clamp akan menjepit pentul sling tali baja untuk menarik bandul penumbuk dan aktuator bergerak *extend* hingga menyentuh *limit switch* bawah. Ketika *limit switch* bawah tersentuh, clamp akan melepaskan pentul sling tali baja sehingga bandul penumbuk bergerak jatuh bebas hingga menumbuk tanah, dan sekaligus aktuator bergerak *retract* dan kembali ke posisi awal sampai menyentuh *limit switch* atas. Ketika *limit switch* atas tersentuh clamp akan menjepit pentul sling tali baja untuk menarik bandul penumbuk dan aktuator bergerak *extend*, dan seterusnya sampai mencapai nilai settingan di program PLC dan *counter* sebanyak 75 kali.

Gambar 7. Memperlihatkan mekanisme clamp beserta *solenoid valve* sebagai penggerakannya.

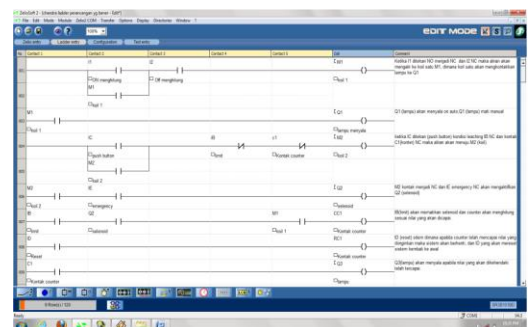


Gambar 7. Mekanisme clamp beserta *solenoid valve* sebagai penggerakannya

Prinsip Kerja Sistem Pneumatik Kontrol PLC Program *Ladder* Alat Pematik Tanah Uji Geosintetis :

Gambar 8. Memperlihatkan diagram ladder program PLC untuk gerakan otomatis.

Ketika push button auto I1 ditekan dan I2 dalam keadaan *normally closed* maka koil M1 akan menyala dan memberi gerak *latching* antara I1 dan I2 lampu indikator auto Q1 akan menyala. Ketika IC ditekan, dimana dalam kondisi ini *counter* akan bekerja mengitung jumlah tumbukan yang terjadi. Dalam hal ini sebelum melakukan sistem *auto* (otomatis), *counter* disetting terlebih dahulu jumlah tumbukan yang diinginkan yaitu sebanyak 75 kali. Setelah itu ketika IC (*push button*) di tekan IB (*limit switch*) *normally closed* dan kontak *counter normally closed* maka Q2 akan menyala, dimana Q2 adalah solenoid dan penjepit. Ketika solenoid bergerak *extend* dan menyentuh IB (*limit switch*), maka lampu pada Q2 akan mati dimana Q2 adalah *output* solenoid penjepit dan DCV. Bandul pada solenoid penjepit akan terlepas dikarenakan solenoid tidak terenergize. Pada saat jumlah tumbukan sudah mencapai 75 kali maka sistem semua akan mati dan secara otomatis mesin akan berhenti dan tidak lagi memberi pulsa kepada output Q2, sehingga solenoid tidak bergerak *extend* walaupun IC ditekan terus-menerus. Pada saat counter telah tercapai 75 kali maka sistem otomatis terhenti dan indikator pada lampu Q3 akan menyala. Q3 menyala menandakan bahwa nilai tumbukan telah tercapai. Untuk kembali mengulang perhitungan maka tekan reset ID sehingga *counter* akan kembali ke nilai nol kembali ke awal. Ketika IE (*emergensi*) ditekan maka sistem akan mati, tetapi *counter* tidak mengulang dari nol counter tetap akan melanjutkan hitungan sampai nilai 75 kali tumbukan.

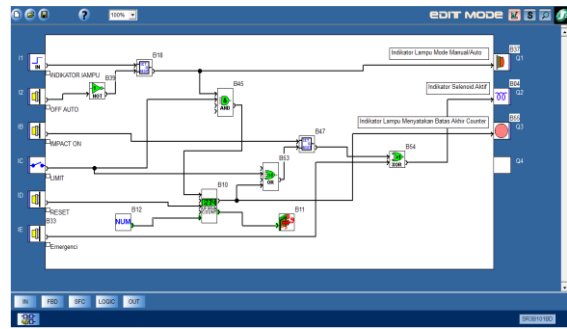


Gambar 8. Diagram *ladder* program PLC

Prinsip Kerja Sistem Pneumatik Kontrol PLC Program FBD Mesin Uji Geosintetis :

Gambar 9. Memperlihatkan program *Function Block Diagram (FBD)* PLC untuk gerakan otomatis.

Ketika Input 1 (I1) ditekan maka sistem dari kerja mesin berubah dari manual menjadi *auto* dengan indikator lampu menyala menyatakan sistem kerja *auto* dimana sisi *output* menyalakan lampu di *hardware* sistem PLC mesin penumbuk. Setelah itu *counter* diset terlebih dahulu untuk jumlah tumbukan yang diinginkan yaitu sebanyak 75 kali tumbukan. Ketika *counter* telah mencapai 75 kali mesin akan berhenti. Ketika **IB** ditekan dari keadaan NO menjadi NC, input **IB** akan langsung menuju set-reset sehingga sistem *leaching* arus selanjutnya menuju ke gerbang **xor** menghasilkan arus mengaktifasi solenoid pada DCV berubah posisi sehingga aktuator bergerak *extend* hingga menyentuh limit. Ketika aktuator menyentuh limit, maka rangkaian **and** akan menjadi sinyal satu atau arus satu dan memberi sinyal pada **counter**, sehingga **counter** aktif dalam menghitung hingga batas menghitung yang telah ditentukan sebanyak 75 kali. Ketika counter telah mencapai 75 kali maka, secara otomatis mesin akan berhenti dan tidak lagi memberi pulsa kepada output Q2, sehingga solenoid tidak teraktivasi walaupun IB ditekan terus-menerus karena pada batas dari *counter* menghasilkan sinyal satu pada gerbang set-reset di posisi reset. Untuk mengembalikan lagi ke kondisi semula *counter*, maka tekan reset **ID** sehingga counter kembali ke posisi 0 dan aliran akan kembali seperti semula. Untuk keadaan darurat sistem akan mati sementara ketika darurat aktif, tetapi counter tidak mengulang tumbukan dari awal atau nol, counter akan melanjutkan hitungannya ketika *emergency* telah tidak aktif.



Gambar 9. Program *Function Block Diagram (FBD)* PLC

KESIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan yang telah dilakukan maka diperoleh hasil perancangan dalam bentuk gambar teknik dan spesifikasi model alat pemadat tanah uji geosintetis yaitu : kebutuhan daya minimal kompresor pada tekanan sistem di *service unit* sebesar 4 bar adalah 175,76 watt, menggunakan *DC Power Supply* 24 Volt untuk menggerakkan *Solenoid Directional Control Valve 5/2 Single Spring Return*, kontrol PLC *Schneider* tipe SR3B101BD dengan program *Ladder dan Function Block Diagram*, jumlah tumbukan pemadatan tanah untuk setiap pengujian dapat dikontrol sampai dengan 75 kali menggunakan *counter* di dalam PLC. Sistem pneumatik dan kontrol PLC alat uji dapat beroperasi sesuai kriteria perancangan berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan oleh *software Automation Studio dan Zelio Soft*.

DAFTAR PUSTAKA

- Esposito, Anthony. 2013. Fluid Power with Applications. Ohio : Miami University, Oxford.
- Albayumi, Usep Ali. 2011. Panduan Pelatihan Hidrolik Pneumatik Diklat PT. Dirgantara Indonesia. Bandung.
- Pemrograman PLC. Dipetik 10 Maret, 2012, <http://margionoabdil.blogspot.com/2013/01/standar-bahasa-pemrograman-plc.html>