

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**PROTOTIPE MESIN PRESS OTOMATIS DENGAN SISTEM
PNEUMATIK BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
(PLC) UNTUK PRODUKSI PAVING BLOK BERSTANDART
NASIONAL INDONESIA (SNI)**

Tahun Ke 2 dari 2 Tahun

Pelaksana :

Mohammad Dahlan, ST, MT 0601076901 (Ketua)
Sugeng Slamet, ST, MT 0622067101 (Anggota)
Budi Gunawan, ST, MT 0613027301 (Anggota)

Dibiayai oleh:

Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan
sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Program Penelitian Tahun Anggaran 2014
Nomor: 008/K6/KL/SP/PENELITIAN/2014

**UNIVERSITAS MURIA KUDUS
Oktober 2014**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN HIBAH BERSAING

Judul Kegiatan : Prototipe Mesin Press Otomatis Dengan Sistem Pneumatik Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Untuk Produksi Paving Blok Berstandart Nasional Indonesia (SNI)

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 431 / Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)

Ketua Peneliti

A. Nama Lengkap : MOHAMMAD DAHLAN
B. NIDN : 0601076901
C. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
D. Program Studi : Teknik Elektro
E. Nomor HP : 08156623948
F. Surel (e-mail) : dahlan.kds@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

A. Nama Lengkap : SUGENG SLAMET
B. NIDN : 0622067101
C. Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS MURIA KUDUS

Anggota Peneliti (2)

A. Nama Lengkap : BUDI GUNAWAN ST, MT
B. NIDN : 0613027301
C. Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS MURIA KUDUS

Lama Penelitian Keseluruhan : 2 Tahun

Penelitian Tahun ke : 2

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 101.000.000,00

Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI Rp 51.000.000,00
- dana internal PT Rp 0,00
- dana institusi lain Rp 0,00
- inkind sebutkan



Kudus, 15 -10- 2014,
Ketua Peneliti,

(MOHAMMAD DAHLAN)
NIP/NIK 0610701000001141



RINGKASAN

Otomatisasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi, dan merupakan alternatif untuk memperoleh sistem kerja yang cepat, akurat, efektif dan efisien, sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal. Dengan semakin pendek waktu yang diperlukan untuk proses produksi, maka akan mendapatkan jumlah produksi lebih banyak, biaya pengoperasian yang efisien, sehingga proses produksi memperoleh keuntungan yang lebih.

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengaplikasikan system otomatisasi berbasis PLC untuk prototype mesin pembuat paving blok sehingga diharapkan akan didapat tekanan yang sama dan konstan pada setiap cetakan. Metode pembuatan mesin ini adalah dengan metode rancang bangun sebuah prototype mesin press paving blok dengan pneumatic sebagai penggeraknya dan PLC sebagai system kontrolnya, setelah mesin jadi diuji coba dengan membuat paving blok dengan beberapa komposisi bahannya dan masing-masing hasilnya akan diuji.

Pengujian yang dilakukan meliputi; gaya tekan mesin dan uji tekan pada paving hasil produksi. Dari proses pembuatan tersebut dihasilkan mesin paving block dengan sistem penggerak pneumatis dengan gaya tekan maksimum 50000 N untuk ukuran paving 20 cm x 10 cm x 6 cm. Sedangkan besar gaya yang diperlukan sistem pneumatik ini untuk menekan adonan paving sebesar 39283,16N. Aktuator menggunakan diameter torak 63 mm serta diameter batang torak 36 mm menurut standar BS 5785 : 1980. Kompresor yang digunakan dengan daya 1,24 kW, serta daya motor yang digunakan sebesar 1,30 kW.

Kata kunci : otomatisasi, PLC, mesin press, paving blok, SNI

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah S.W.T. atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Laporan ini merupakan salah satu informasi seluruh kegiatan penelitian hibah bersaing pada tahun kedua dari dua tahun kegiatan.

Dalam penulisan laporan ini kami lakukan seluruh kegiatan penelitian pada tahun kedua. Semoga dengan adanya laporan akhir ini harapan kami, mendapatkan kemudahan dalam memahami dan menguasai penelitian hibah bersaing yang kami lakukan.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Kudus, Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
RINGKASAN.....	3
PRAKATA.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	7
DAFTAR LAMPIRAN.....	8
BAB 1. PENDAHULUAN.....	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	13
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	23
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	24
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Mutu Kuat Tekan Dan Penyerapan air.....	14
Tabel 2. Faktor Koreksi Ketebalan Berdasarkan British Standard Institution.....	15
Tabel 3. Kekuatan Fisik Paving Block.....	16
Tabel 4. Luaran dan indikator capaian kegiatan penelitian tahun 1.....	30
Tabel 5. Luaran dan indikator capaian kegiatan penelitian tahun 2.....	30
Tabel 6. Data Percobaan Beban Butiran Pasir	33
Tabel 7. <i>Recommended cylinder bore and rod sizes</i> (Pinches, 1988).....	36
Tabel 8. Uji Tekan Paving.....	42
Tabel 9. Progress capaian tahun kedua	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Gambar rencana mesin <i>press paving block</i>	11
Gambar 2. Paving block.....	13
Gambar 3. PLC OMRIN CPM2A.....	19
Gambar 4. Instalasi Sistem Pneumatik.....	21
Gambar 5. Diagram <i>fish bone</i> kegiatan tahun 1.....	24
Gambar 6. Diagram <i>fish bone</i> kegiatan tahun 2.....	25
Gambar 7. Diagram alur kegiatan HB.....	26
Gambar 8. Alur pembuatan dan pengujian paving block	29
Gambar 9. Diagram alir perancangan dan perhitungan.....	31
Gambar 10. Dudukan penekan.....	32
Gambar 11. Silinder Aktuator.....	34
Gambar 12. Mesin Press dengan Sistem Pneumatik.....	41
Gambar 13. Paving blok hasil cetakan.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Produk Penelitian	46
Lampiran 2 Personalia Peneliti	47

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Paving Block, bahan bangunan ini tidak asing dan hampir semua orang mengetahui apa itu paving block. Bahan bangunan yang satu ini sering dijumpai sebagai perkerasan jalan, pelataran parkir atau pelataran halaman untuk rumah pribadi maupun gedung pemerintahan. Namun, belum banyak orang mengetahui bahwa paving block memiliki karakteristik, ukuran dan mutu beton beragam. Menurut SNI 03 0691 1996, Bata Beton (Paving Block) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu. Dari data-data hasil uji yang dilakukan di laboratorium pengujian Balai Besar Keramik diperoleh data-data dimana banyak bahan bangunan khususnya bata beton untuk lantai yang lebih dikenal dengan sebutan paving block kualitasnya masih rendah dan kurang memenuhi syarat-syarat standarnya.

Para produsen masih banyak yang kurang memperhatikan standarnya. Mereka sebenarnya bisa memproduksi paving block dengan mutu yang baik, namun harga akan lebih mahal sehingga pemasarannya akan menjadi sulit. Begitu pula sikap para konsumen yang kebanyakan tidak ikut memperhatikan faktor mutunya maka lambat laun kualitas bahan bangunan paving block tersebut akan lebih rendah lagi. Dengan tidak dipenuhinya standar yang telah ada maka banyak menimbulkan kerugian di dalam pemakaiannya terutama segi kekuatannya. Apalagi di dalam standar paving block yang ada, tidak ada kriteria penggunaan untuk masing-masing mutu yang ada sehingga produsen cenderung untuk memproduksi paving block dengan mutu apa adanya dengan maksud supaya harganya lebih murah.

Dari hal di atas dapat disimpulkan bahwa: Pertama, para produsen atau penjual jasa masih banyak yang belum mau memperhatikan mutunya dan hanya terdorong oleh pemikiran mencari untung belaka. Kedua, mungkin juga standar yang ada dirasakan terlalu tinggi persyaratannya sehingga kalau tidak mereka produk sesuai dengan standar yang ada maka harga barang tersebut akan mahal. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dibuat sebuah mesin produksi paving block yang bisa menghasilkan paving dengan standart yang sama dalam hal proses penekanannya. Untuk menekan proses produksi, rancangan mesin press tersebut tidak harus yang *sophisticated* tapi lebih dititik

tekanan pada hasil penekanan yang bisa menghasilkan paving block dengan mutu yang bisa memenuhi mutu standart SNI.

1.2. Perumusan Masalah

Perancangan mesin ini didasari atas permasalahan sebagai berikut :

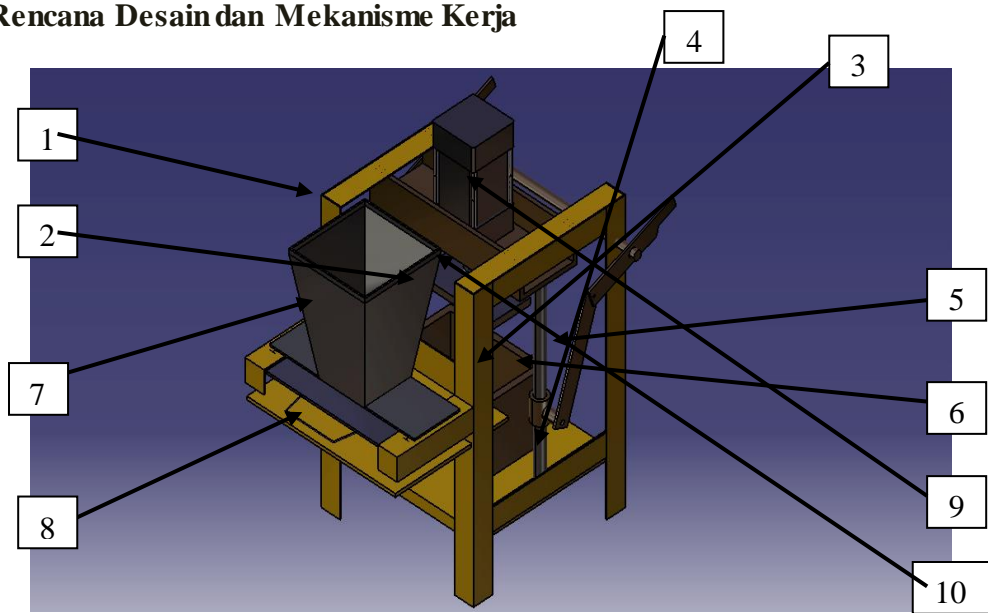
1. Bagaimana merancang bangun sebuah mesin press yang tidak harus mahal (*unsophisticated*) tapi bisa menghasilkan produk yang bagus.
2. Bagaimana menentukan besarnya tekanan yang harus diberikan pada pembuatan paving block sehingga menghasilkan mutu yang bagus.
3. Bagaimana pengaruh bahan dan komposisinya dalam proses pembuatan paving block terhadap mutu paving block yang dihasilkan.
4. Apakah besar tekanan mesin berbeda pada jenis dan komposisi bahan untuk menghasilkan paving blok yang memenuhi standar mutu SNI.
5. Bagaimana merancang sistim otomatisasi dari mesin press sehingga bisa diperoleh optimalisasi, efisiensi dan keakuratan tekanan pada tiap produk.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Merancang mesin press otomatis berbasis PLC untuk menghasilkan produk paving blok yang memenuhi standar SNI dengan biaya produksi yang bisa ditekan seminimal mungkin dengan rancangan mesin yang *unsophisticated*.

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebuah mesin produksi paving blok yang *unsophisticated* yang bisa dimanfaatkan oleh para pengusaha paving blok sehingga berbiaya murah tetapi diharapkan hasil produksi yang dihasilkan memenuhi standart SNI.

1.4 Rencana Desain dan Mekanisme Kerja



Gambar 1. Gambar rencana mesin *press paving block*.

Keterangan gambar :

1. Rangka mesin
2. Penekan atas (landasan press atas)
3. Cetakan
4. Penekan bawah (landasan press bawah)
5. Tuas penggerak cetakan
6. Poros penggerak cetakan
7. Hopper
8. Sorok cetakan
9. Aktuator
10. Rangka tumpuan aktuator.

Mekanisme Kerja Mesin :

1. Sebelum memulai proses produksi hendaknya kompresor dihidupkan terlebih dahulu melalui sumber tegangan listrik.
2. Motor memutar kompresor untuk memberikan tekanan yang sudah diinginkan pada aktuator melalui selang pneumatik dan diatur oleh valve.
3. Aktuator mendorong ke bawah sehingga akan menekan paving block yang akan dicetak.

4. Landasan *press* bawah berfungsi untuk menopang cetakan pada saat cetakan terkena beban dari tekanan aktuator.
5. Tuas penggerak cetakan yang dihubungkan dengan cetakan berfungsi untuk mengangkat cetakan agar mudah mengambil paving block yang sudah jadi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

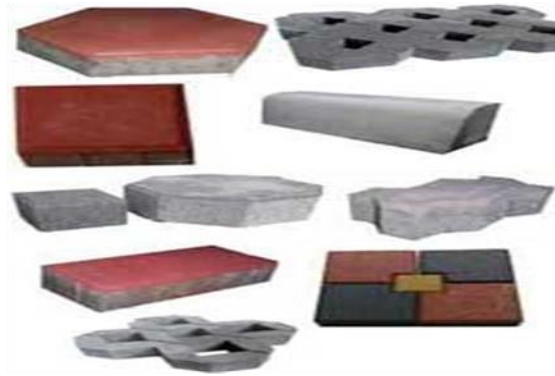
2.1. Teori Dasar

2.1.1. Pengertian Paving Block

Paving block atau block beton terkunci menurut SII.0819-88 adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. Sedangkan menurut SK SNI T-04-1990-F, paving block adalah segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci (Dudung Kumara, 1992; Akmaluddin dkk. 1998).

Paving block adalah bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen, pasir dan air, sehingga karakteristiknya hampir mendekati dengan karakteristik mortar. Mortar adalah bahan bangunan yang dibuat dari pencampuran antara pasir dan agregat halus lainnya dengan bahan pengikat dan air yang dalam keadaan keras mempunyai sifat-sifat seperti batuan (Smith, 1979 dalam Malawi, 1996).

Lapis perkerasan paving block adalah jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*), dimana lapis permukaannya menggunakan unit-unit blok beton atau segmental beton yang disusun sedemikian rupa sehingga unit-unit blok beton tersebut saling kunci mengunci (*interlocking*) antara unit blok yang satu dengan unit blok lainnya. Paving block dapat berwarna seperti aslinya atau diberikan zat pewarna pada komposisinya dan digunakan untuk lantai, baik di dalam maupun di luar bangunan. Paving block untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, serta bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan tangan.



Gambar 2. Paving block

2.1.2. Sifat-Sifat Paving Block

Dalam pengujian kuat tekan dan resapan air paving block dengan bahan tambahan *Slidge Fly ash*, obyek uji memenuhi beberapa persyaratan, yaitu:

1. Sifat Tampak

Paving block tidak boleh ada retak-retak dan cacat, bagian sudut serta rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran paving block untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Paving block mempunyai tebal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.

Paving block mempunyai mutu kuat tekan dan penyerapan air seperti pada tabel (SNI 03-0691-1996):

Tabel 1. Mutu Kuat Tekan Dan Penyerapan air

Mutu	Kuat tekan (Mpa)		Penyerapan air rata-rata maksimal
	Rata-rata	Minimal	
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

2.1.3. Standart Mutu Paving

Paving block yang berwarna kecuali untuk menambah keindahan juga dapat digunakan untuk memberi batas pada perkerasan seperti tempat parkir, tali air, dan lain-lain.

Menurut *British Standard Institution*, standar mutu yang harus dipenuhi oleh paving block adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang maksimal, ketebalan paving block bentuk persegi minimal 6 cm.
2. Untuk paving block yang menggunakan profil tali air pada sisi permukaan atas, tebal tali air maksimal 7 mm dari sisi dalam dan sisi luar paving block.
3. Penyimpangan dimensi paving block yang diijinkan adalah sebagai berikut:
 - a. Panjang ± 2 mm
 - b. Lebar ± 2 mm
 - c. Tebal ± 3 mm.
4. Untuk perhitungan kuat tekan digunakan faktor koreksi terhadap ketebalan dengan nilai sebagai berikut :

Tabel 2. Faktor Koreksi Ketebalan
Berdasarkan British Standard Institution.

Ketebalan (mm)	Faktor koreksi	
	Paving Block Tanpa Tali Air	Paving Block Dengan Tali Air
60-65	1,00	1,06
80	1,12	1,18
100	1,18	1,24

Sumber : British Standard Institution, 1986

Standar mutu yang harus dipenuhi paving block untuk lantai menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

1. Sifat tampak paving block untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Bentuk dan ukuran paving block untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam leaflet mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan paving block untuk lantai.
3. Penyimpangan tebal paving block untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3 mm.
4. Paving block untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut :

Tabel 3. Kekuatan Fisik Paving Block

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Kg/cm ²)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-Rata Maks (%)
		Rata 2	Min	Rata2	Min	
A	Perkerasan jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat parkir mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

5. Paving block untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

2.1.4. Standart Pengujian Paving Block

Pengujian paving block dengan cara pemeriksaan kuat tekan hancur benda uji, maksud dari pemeriksaan kuat tekan hancur adalah untuk mengetahui kuat tekan dari benda uji di laboratorium. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara menekan hingga hancur dengan mesin tekan hancur. Manfaat dari hasil uji kuat tekan hancur adalah sebagai data untuk menentukan evaluasi mutu atau klasifikasi paving block. Uji kuat tekan hancur dilakukan pada umur 7,14, 21, 28 dan 90 hari. Untuk data klasifikasi paving block, digunakan hasil dari uji kuat tekan hancur pada umur 28 hari yang merupakan hasil rata-rata dari 4 buah benda uji dengan ukuran 21 cm x 10,5 cm x 6 cm.

Pemeriksaan penyerapan air benda uji maksud dari pemeriksaan penyerapan air adalah untuk mengetahui banyaknya air yang dapat diserap oleh paving block. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara merendam paving block dalam air selama 24 jam hingga jenuh kemudian ditimbang beratnya lalu dikeringkan di dalam oven

dengan suhu kurang lebih 105°C sampai beratnya pada dua kali penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% penimbangan pertama. Manfaat dari hasil uji penyerapan air adalah sebagai data untuk menentukan evaluasi mutu atau klasifikasi paving block. Uji penyerapan air dilakukan pada umur 28 hari yang merupakan hasil rata-rata dari 4 buah benda uji dengan ukuran 21 cm x 10,5 cm x 6 cm.

Pemeriksaan ketahanan aus maksud dari pemeriksaan ketahanan aus adalah untuk mengetahui berat yang hilang setelah diuji ketahanan aus. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara memotong paving block dengan ukuran 50mm x 50 mm dan tebal 20mm. Kemudian ditest dengan mesin aus. Hitung berat yang hilang dari setelah pemotongan dengan setelah ditest aus.

2.2 Programmable Logic Control (PLC)

Pengertian *PLC* menurut *National Electrical Manufacturer Assosiation* (NEMA) merupakan perangkat elektronik yang bekerja secara digital yang menggunakan “*Programmable Memory*” untuk penyimpanan intruksi internal guna menerapkan fungsi-fungsi khusus seperti *logic*, *sequencing*, pengukuran waktu, penghitungan dan aritmetik, untuk mengontrol modul-modul *input/output* secara analog atau digital, berbagai jenis mesin atau proses tertentu.

PLC merupakan komponen utama dalam lingkungan *Computer Integrated Manufacturing* (CIM). *PLC* dapat mewujudkan lingkungan yang *realtime/nyata* di mana semua informasi tersimpan. Informasi seperti target, hasil yang *reject*, status pengoperasian, hasil pengujian dapat langsung dilihat dari komputer.

PLC adalah sebuah komputer elektronik yang dapat mengerjakan berbagai fungsi-fungsi kontrol pada *level-level* yang kompleks. *PLC* dapat diprogram, dikontrol dan dioperasikan oleh *operator* yang tidak berpengalaman dalam mengoperasikan komputer. *PLC* umumnya digambarkan dengan garis dan peralatan pada suatu diagram *ladder*. Hasil gambar tersebut pada komputer menggambarkan *wiring*/hubungan yang diperlukan untuk suatu proses. *PLC* akan mengoperasikan semua sistem yang mempunyai *output* apakah harus *on* atau *off*. Dapat juga dioperasikan suatu sistem dengan *output* yang bervariasi. *PLC* dapat dioperasikan dengan *input* yang berupa *on/off* atau peralatan *input* yang variabel. Beberapa manfaat penggunaan *PLC* antara lain :

- 1) Fleksibel,
Pada masa lalu, tiap perangkat elektronik yang berbeda dikendalikan dengan pengendalinya masing-masing. Misal sepuluh mesin membutuhkan sepuluh pengendali, tetapi sekarang hanya dengan satu PLC kesepuluh mesin tersebut dapat dijalankan dengan programnya masing-masing.
- 2) Perubahan dan pengoreksian kesalahan sistem lebih mudah,
Bila salah satu sistem akan diubah atau dikoreksi maka pengubahannya dilakukan pada program yang terdapat di komputer, dalam waktu yang relatif singkat, setelah itu didownload ke PLC-nya. Apabila tidak menggunakan PLC, misalnya relai maka perubahannya dilakukan dengan cara mengubah pengkabelannya. Cara ini tentunya memakan waktu yang lama.
- 3) Jumlah kontak yang banyak,
Jumlah kontak yang dimiliki oleh PLC pada masing-masing coil lebih banyak dari pada kontak yang dimiliki oleh sebuah relai.
- 4) *Pilot running*,
PLC yang terprogram dapat dijalankan dan dievaluasi terlebih dahulu di kantor atau laboratorium. Programnya dapat ditulis, diuji, diobservasi dan dimodifikasi bila memang dibutuhkan dan hal ini menghemat waktu bila dibandingkan dengan sistem relai konvensional yang diuji dengan hasil terbaik di pabrik.
- 5) *Observasi visual*,
Selama program dijalankan, operasi pada PLC dapat dilihat pada layar CRT. Kesalahan dari operasinya pun dapat diamati bila terjadi.
- 6) Kecepatan operasi,
Kecepatan operasi PLC lebih cepat dibandingkan dengan relai. Kecepatan PLC ditentukan dengan waktu scannya dalam satuan millisecond.
- 7) Metode Pemrograman Ladder atau Boolean,
Pemrograman PLC dapat dinyatakan dengan pemrograman ladder bagi teknisi, atau aljabar Boolean bagi programmer yang bekerja di sistem kontrol digital atau Boolean.
- 8) Sifatnya tahan uji,
Solid state device lebih tahan uji dibandingkan dengan relai dan timer mekanik atau elektrik. PLC merupakan solid state device sehingga bersifat lebih tahan uji.

9) Menyederhanakan komponen-komponen sistem kontrol,

Dalam PLC juga terdapat counter, relai dan komponen-komponen lainnya, sehingga tidak membutuhkan komponen-komponen tersebut sebagai tambahan. Penggunaan relai membutuhkan counter, timer ataupun komponen-komponen lainnya sebagai peralatan tambahan.

10) Dokumentasi,

Printout dari PLC dapat langsung diperoleh dan tidak perlu melihat blueprint circuit-nya. Tidak seperti relai yang printout sirkuitnya tidak dapat diperoleh.

11) Keamanan,

Pengubahan pada PLC tidak dapat dilakukan kecuali PLC tidak dikunci dan diprogram. Jadi tidak ada orang yang tidak berkepentingan dapat mengubah program PLC selama PLC tersebut dikunci.

12) Dapat melakukan perubahan dengan pemrograman ulang,

Karena PLC dapat diprogram ulang secara cepat, proses produksi yang bercampur dapat diselesaikan. Misal bagian B akan dijalankan tetapi bagian A masih dalam proses, maka proses pada bagian B dapat diprogram ulang dalam satuan detik.

13) Penambahan rangkaian lebih cepat,

Pengguna dapat menambah rangkaian pengendali sewaktu-waktu dengan cepat, tanpa memerlukan tenaga dan biaya yang besar seperti pada pengendali konvensional.



Gambar 3 PLC OMRIN CPM2A

2.3 Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik yang dalam bahasa Yunani "*pneuma*" yang artinya udara atau angin. Dengan kata lain pneumatik adalah semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan. Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan

syarat-syarat keseimbangan. Pneumatik menggunakan hukum-hukum *aerodinamika* yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap.

Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dalam mana terjadi proses-proses pneumatik. Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara mampat (udara bertekanan).

Sistem pneumatik mempunyai daya tahan yang lebih baik. Dalam beberapa aplikasi sistem pneumatik dapat bekerja dalam atmosfer yang tidak bisa dilakukan oleh sistem elektronik dan sistem pneumatik juga dapat digunakan dalam kondisi basah. (Muliando, E. Suanli, dan T. Sutanto, 2002).

Pneumatik dibeda-bedakan ke dalam bidang menurut tekanan kerjanya, dari bidang tekanan sangat rendah (1,001-1,1bar), pneumatik tekanan rendah (1,2-2,0 bar), pneumatik tekanan menengah atau disebut juga pneumatik tekanan normal (2-8 bar) dan pneumatik tekanan tinggi (>8 bar).

2.3.1 Keuntungan dan Kerugian Sistem Pneumatik

Beberapa keuntungan dalam penggunaan atau penerapan sistem pneumatik, antara lain:

- a. Ketelitian yang tinggi dari peralatan-peralatan pneumatik yang konstruksinya semakin baik memungkinkan suatu pengerjaan yang hampir tidak memerlukan perawatan dalam jangka panjang.
- b. Merupakan media/ fluida kerja yang mudah didapat dan mudah diangkut udara dimana saja tersedia dalam jumlah yang tak terhingga.
- c. Udara bertekanan adalah bersih. Kalau ada kebocoran pada saluran pipa, benda-benda kerja maupun bahan-bahan disekelilingnya tidak akan menjadi kotor.
- d. Dapat bertahan lebih baik terhadap keadaan-keadaan kerja tertentu. Udara bersih (tanpa uap air) dapat digunakan sepenuhnya pada suhu-suhu yang tinggi atau pada nilai-nilai yang rendah, jauh di bawah titik beku (masing-masing panas atau dingin).
- e. Aman terhadap kebakaran dan ledakan.

- f. Menguntungkan karena lebih murah dibandingkan dengan komponen-komponen peralatan hidrolis. Dan pneumatik adalah 40-50 kali lebih murah dari pada tenaga otot. Hal ini sangat penting pada mekanisasi dan otomatisasi produksi.
- g. Konstruksi yang kompak dan kokoh.
- h. Memiliki beberapa tekanan kerja sesuai dengan kebutuhan pemakai (1-15 bar).
- i. Dapat dibebani lebih (tahan pembebanan lebih). Pada pembebanan lebih alat-alat udara bertekanan memang akan berhenti, tetapi tidak akan mengalami kerusakan.

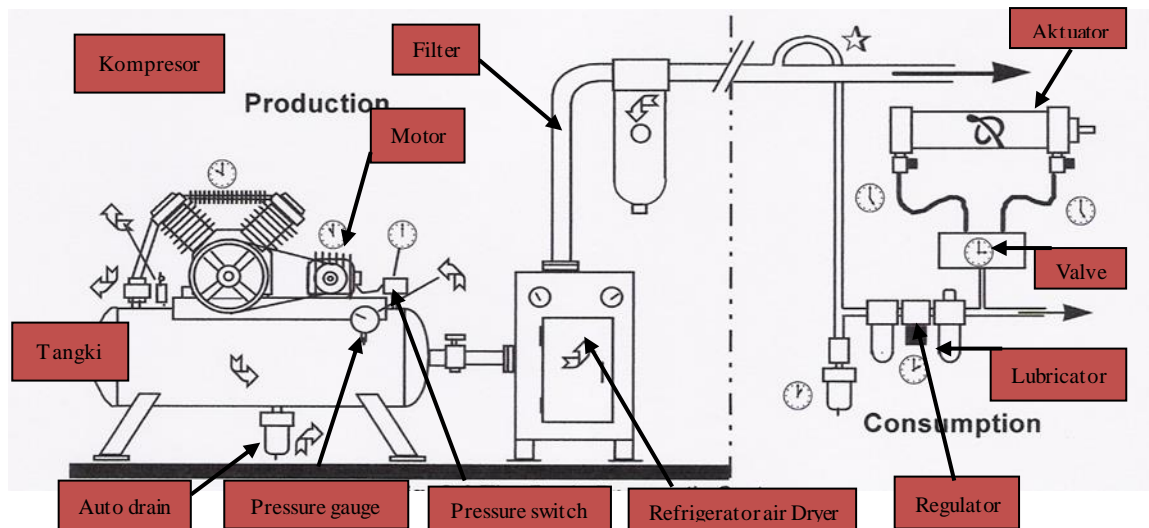
Selain keuntungan adapun kerugian dalam menggunakan sistem pneumatik adalah sebagai berikut:

- a. Tidak mungkin untuk mewujudkan kecepatan-kecepatan torak dan pengisian yang tetap, tergantung dari bebannya.
- b. Suatu silinder pneumatik mempunyai kemampuan daya tekan yang terbatas.
- c. Suatu gerakan teratur hampir tidak dapat mewujudkan apabila terjadi perubahan beban.

2.3.2 Instalasi Sistem Pneumatik

Dalam menggunakan instalasi sistem pneumatik sangat penting untuk kita memilih instalasi yang tepat, instalasi pneumatik dibagi menjadi 2 bagian (Krist, T., dan Ginting, D., 1993):

1. Sistem produksi dan distribusi udara.
2. Sistem konsumsi udara.



Gambar 4. Instalasi Sistem Pneumatik

- a. Motor berfungsi untuk menggerakkan kompresor.
- b. Kompresor berfungsi untuk membangkitkan udara bertekanan.
- c. Tangki udara berfungsi untuk menyimpan udara.
- d. *Auto drain* berfungsi sebagai saluran pembuangan air yang terkondensasi.
- e. *Pressure gauge* berfungsi sebagai alat ukur tekanan.
- f. *Pressure switch* berfungsi mengontrol tekanan tangki.
- g. *Refrigerator air dryer* berfungsi mengurangi kadar air dalam udara.
- h. *Filter* berfungsi untuk menyaring kotoran yang keluar dari tangki sebelum masuk ke sistem konsumsi.
- i. *Regulator* berfungsi untuk mengatur tekanan kerja.
- j. *Lubricator* berfungsi mencampur udara dengan kabut oli untuk melumasi sistem.
- k. *Valve* berfungsi mengatur dan mengarahkan udara yang masuk ke aktuator.
- l. Aktuator berfungsi merubah tekanan udara menjadi energi gerak.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1. Tujuan

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah mengaplikasikan system otomatisasi berbasis PLC untuk prototype mesin pembuat paving blok sehingga diharapkan akan didapat tekanan yang sama dan konstan pada setiap cetakan. Metode pembuatan mesin ini adalah dengan metode rancang bangun sebuah prototype mesin press paving blok dengan pneumatic sebagai penggeraknya dan PLC sebagai system kontrolnya, setelah mesin jadi diuji coba dengan membuat paving blok dengan beberapa komposisi bahannya dan masing-masing hasilnya akan diuji.

3.2 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebuah mesin produksi paving blok yang *unsophisticated* yang bisa dimanfaatkan oleh para pengusaha paving blok sehingga berbiaya murah tetapi diharapkan hasil produksi yang dihasilkan memenuhi standart SNI dan mengetahui penempatan paving blok sesuai dengan penggunaannya.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian meliputi 4 tempat yang terdiri dari 3 laboratorium dan 1 tempat salah satu industri pengusaha paving blok di Kudus;

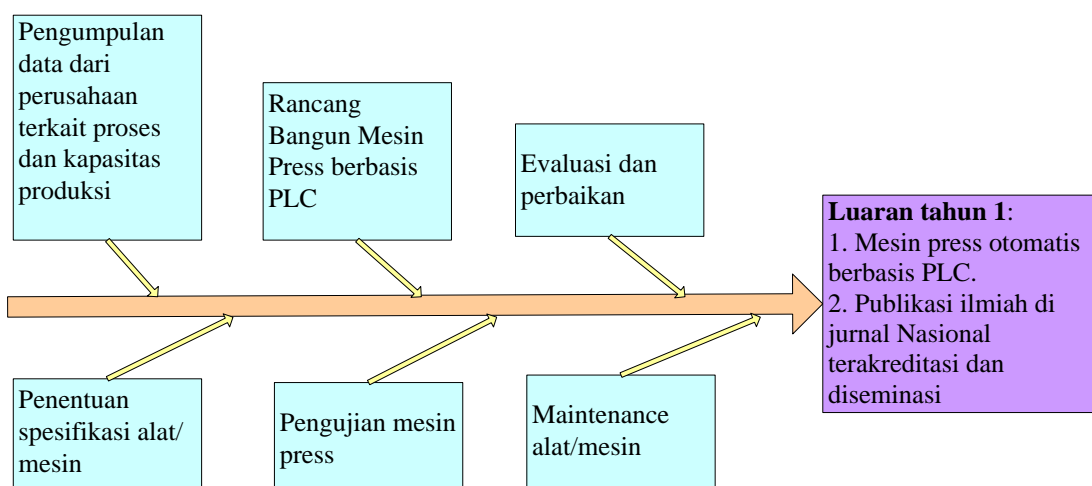
1. Laboratorium Teknik Mesin UMK Kudus
2. Laboratorium Teknik Elektro UMK Kudus
3. Laboratorium Lab Beton Teknik Sipil UNDIP Semarang
4. Tempat pengusaha industri paving blok (test penerapan di lapangan).

4.2 Rencana Kegiatan Tiap Tahun

a. Tahun 1:

1. Pengumpulan data dari salah satu perusahaan produksi paving blok terkait proses dan kapasitas produksi
2. Penentuan spesifikasi alat/mesin
3. Rancang bangun mesin press berbasis PLC.
4. Pengujian mesin press.
5. Evaluasi dan perbaikan
6. Maintenance alat/mesin

Diagram *fish bone* kegiatan tahun 1

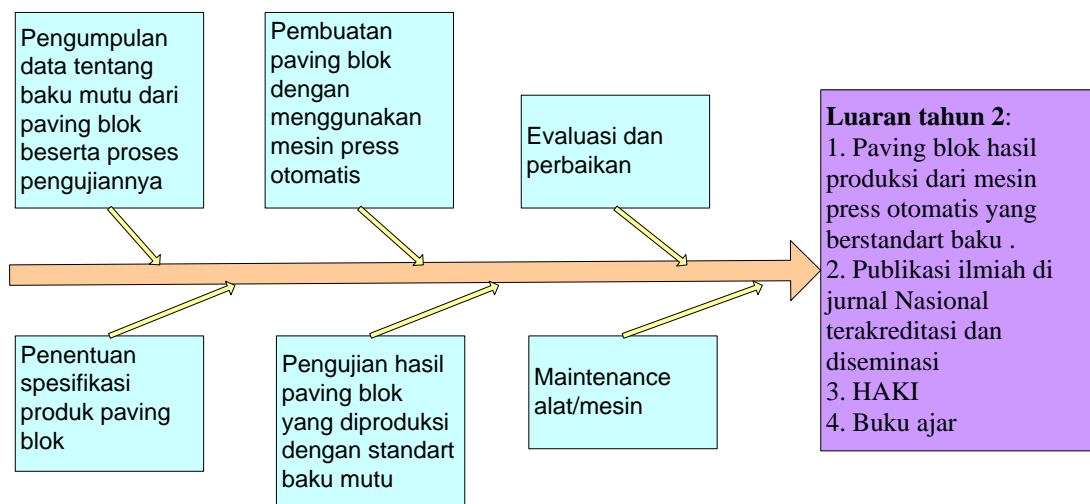


Gambar 5. Diagram *fish bone* kegiatan tahun 1

b. Tahun 2:

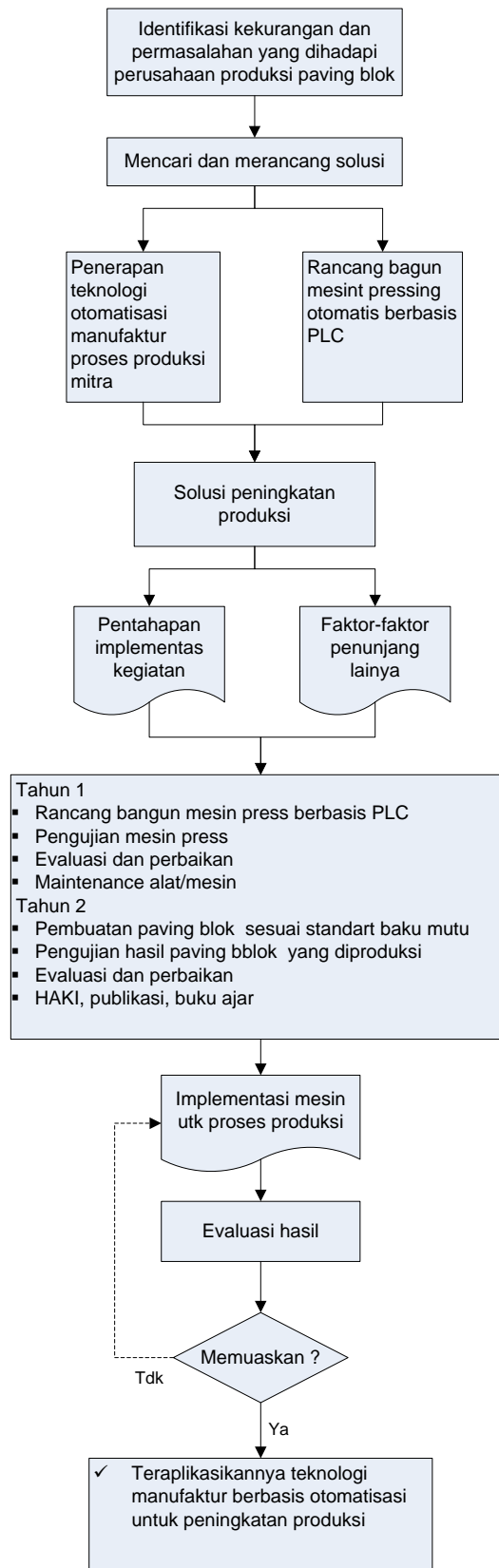
1. Pengumpulan data tentang baku mutu dari paving blok beserta proses pengujiannya
2. Penentuan spesifikasi produk paving blok
3. Pembuatan paving blok dengan menggunakan mesin press otomatis.
4. Pengujian hasil produksi paving blok yang diproduksi dengan standart baku mutu.
5. Evaluasi dan perbaikan
6. Maintenance alat/mesin

Diagram *fish bone* kegiatan tahun 2



Gambar 6. Diagram *fish bone* kegiatan tahun 2

4.3 Alur Kegiatan



Gambar 7. Diagram alur kegiatan HB

4.4. Tahapan Penelitian (Tahun 1 & 2)

Pelaksanaan penelitian secara keseluruhan terdiri dari beberapa tahapan yang dibagi dalam 2 tahun pelaksanaan penelitian, yaitu;

a. Tahun 1

Langkah 1

Pengumpulan data dari perusahaan terkait proses dan kapasitas produksi

Langkah 2

Penentuan spesifikasi alat/mesin

Langkah 3

Rancang bangun mesin press berbasis PLC

Langkah 4

Pengujian mesin press

Langkah 5

Evaluasi dan perbaikan

Langkah 6

Maintenance alat/mesin

b. Tahun 2

Langkah 1

Pengumpulan data tentang baku mutu dari paving blok beserta proses pengujiannya

Langkah 2

Penentuan spesifikasi produk paving blok

Langkah 3

Pembuatan paving blok dengan menggunakan mesin press otomatis

Langkah 4

Pengujian hasil paving blok yang diproduksi dengan standart baku mutu

Langkah 5

Evaluasi dan perbaikan

Langkah 6

Maintenance alat/mesin

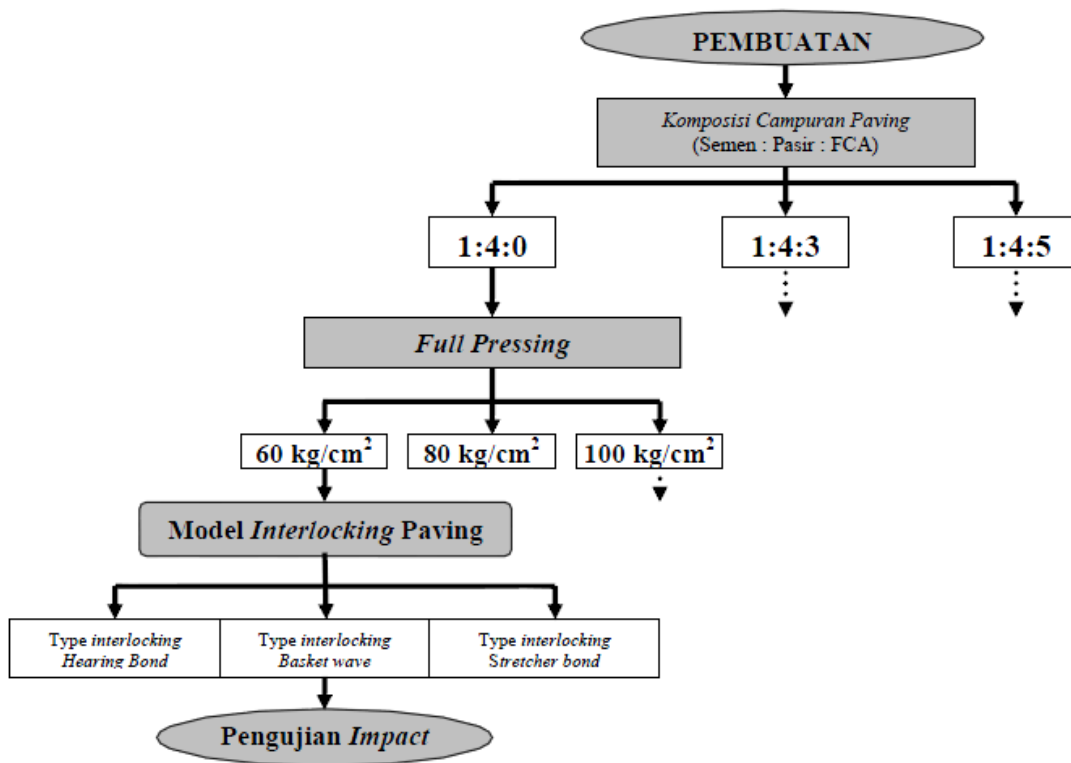
4.5 Proses Pembuatan Paving

1. Menghitung kebutuhan bahan susun paving block yang meliputi semen, pasir sungai, FCA dan air sesuai dengan rancangan campuran.
2. Agregat pasir dan FCA yang digunakan sudah dalam keadaan kering permukaannya dengan cara disiram terlebih dahulu.
3. Adukan dibagi menjadi dua bagian, yakni bagian kepala dengan campuran pasir dan semen 2:5 dan bagian kaki dengan campuran sesuai variable (masing-masing 1:4:0, 1:4:3, 1:4:5)
4. Pasir sungai dan FCA dicampur dengan memakai sekop ditempat yang datar, tambahkan semen dan diaduk sampai rata. Kemudian masukkan adukan kedalam mesin pengaduk, lalu tambahkan air secara bertahap sambil mesin pengaduk dijalankan sampai kebutuhan air pada campuran tersebut habis.
5. Proses selanjutnya adalah pencetakan. Adukan kepala dimasukkan kedalam dasarpencetakan dengan berat $\pm 0,2$ kg dan diratakan kemudian ditambahkan adukan kakiansesuai dengan takaran yang bervolume ± 3 kg (untuk 8 unit paving persegi), kemudian bagian atas ditutup dengan cetakan pelat baja.
6. Cetakan dan isinya diletakkan ditengah mesin tekan hidrolis kemudian ditekan masing-masing dengan pressing 60, 80 dan 100 kg/cm².
7. Dilakukan hal yang sama mulai dari proses pencampuran bahan, pencetakan dan penekanan dengan mesin tekan hidrolis pada tiap-tiap perbandingan campuran, yakni 1:4:0 (tanpa FCA) 1:4:3 dan 1:4:5.
8. Paving block yang sudah tercetak diberi nomor untuk identitas benda uji yang dapat menjelaskan ; besarnya pressing, campuran paving.
9. Proses perawatan dilakukan dengan cara dikeringkan selama satu hari pascapencetakan, kemudian disiram dengan air bersih sampai kondisi jenuh lalu dikeringkan lagi berulang-ulang sampai umur 28 hari.
10. Perawatan benda uji dilakukan di depan Lab Beton Teknik Sipil UNDIP, cara perawatan benda uji ini hanya disiram 3 kali dalam satu hari yaitu pada waktu pagi, siang, dan sore hari ini dilaksanakan secara terus menerus sampai umur perawatan yang diinginkan

4.6. Metode Pengujian Paving

Metode pengujian ketahanan kejut (Impact Resistance) adalah dengan cara menjatuhkan palu(hammer) seberat 10 lbs (4,5 kg) secara bebas dari ketinggian 18 inch (46 cm) pada bola bajapejal berdiameter 2,5 inch (6,3 cm) yang diletakkan pada pusat benda uji paving blok. Kemudian benda uji diamati sampai terjadi retak untuk pertama kali dan terjadi pecah(failure) yang kemudian disebut dengan ketahanan kejutnya. (Impact Resistance). Pengujian ketahanan kejut (impact resistance) menggunakan alat uji impact yang sesuai dengan standart ASTM – D1557.

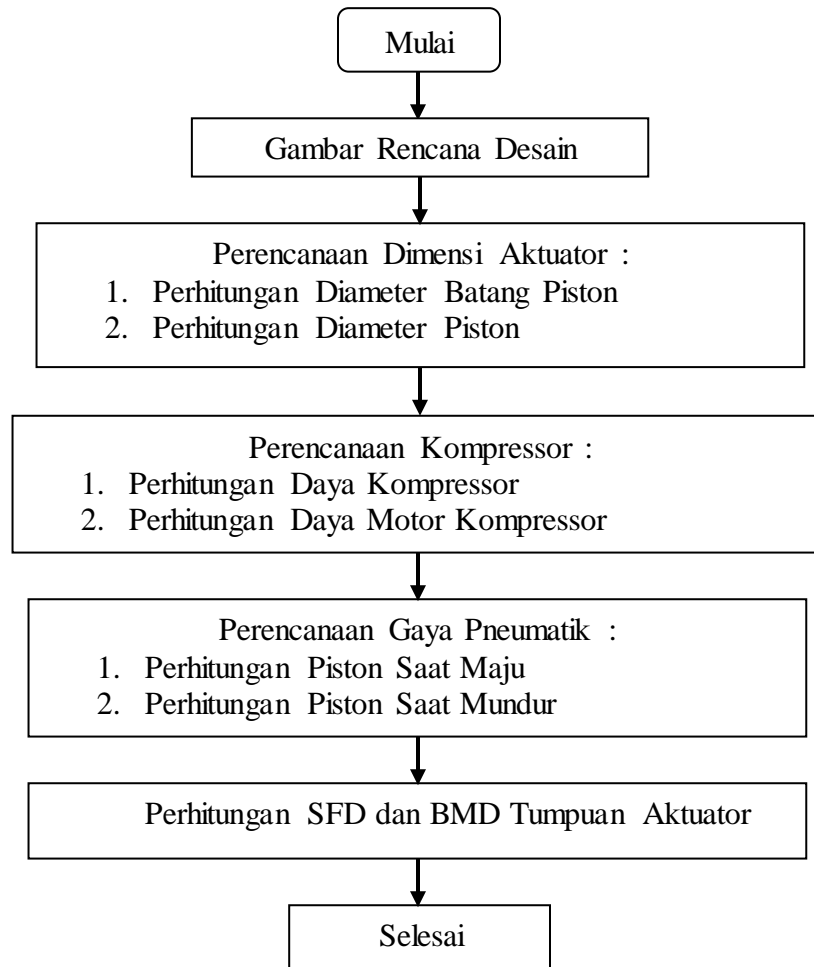
4.7. Alur Pengujian dan Pembuatan Paving



Gambar 8. Alur pembuatan dan pengujian paving block

4.9 Diagram Alir Proses Perancangan

Data proses perancangan konstruksi rangka mesin *press pavingblock* seperti terlihat pada diagram alir berikut ini :

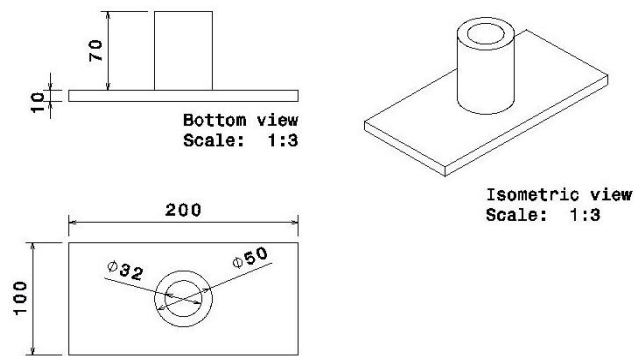


Gambar 9. Diagram alir perancangan dan perhitungan.

4.10 Analisa Perhitungan.

4.10.1 Gaya Tekan Aktuator

Dalam perhitungan perencanaan pneumatik diketahui bahwa gaya yang diperlukan untuk pengepresan ini adalah jumlah gaya normal yang dihasilkan aktuator ditambah dengan gaya yang dibutuhkan untuk menekan paving block.



Gambar 10. Dudukan penekan

$$\text{Volume total} = \text{volume 1} + \text{volume 2} - \text{volume 3}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1} &= 20 \times 10 \times 1 \\ &= 200 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 2} &= 3,14 \times 2,5^2 \times 7 \\ &= 137,37 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 3} &= 3,14 \times 1,6^2 \times 7 \\ &= 56,26 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= 200 + 137,37 - 56,26 \\ &= 281,11 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa benda} &= \text{volume} \times \text{massa jenis } (\rho) \\ &= 281,11 \times 7,86 \\ &= 2209,5 \text{ gr} \\ &= 2,20 \text{ kg} \end{aligned}$$

Terdapat dua buah massa benda dikalikan dua, yaitu 4,4 kg.

1. Berat/ massa (m) keseluruhan adalah :

$$\text{Massa total} = 4,4 \text{ kg}$$

2. Gaya normal keseluruhan adalah :

$$\begin{aligned} F &= m \times g \\ &= 4,4 \text{ (kg)} \times 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)} \\ &= 43,16 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi gaya normal keseluruhan adalah 43,16 N.

4.10.2 Gaya Untuk Menekan Butiran Pasir

Direncanakan luasan yang akan di *press* :

Panjang = 20 cm

Lebar = 10 cm

Tebal = 7 cm

Tebal butiran pasir yang akan di *press* adalah 7 cm. akan di *press* menjadi 6 cm. maka dari itu perlu dicari dahulu beban untuk menekan butiran pasir dari ketebalan 7 cm menjadi 6 cm. dengan melakukan percobaan memberi beban pada sebuah tempat dengan luasan 1 cm^2 . Tempat ini diberi butiran pasir setinggi 7 cm, kemudian diberi beban di atasnya sampai menjadi ketebalan serbuk 6 cm. setelah melakukan percobaan, didapatkan beban sebesar 20 kg untuk menekan butiran pasir dari ketebalan 7 cm menjadi 6 cm pada luasan 1 cm^2 .

Tabel 6. Data Percobaan Beban Butiran Pasir

Percobaan	Beban	Ketebalan
Pertama	15 kg	6,2 cm
Kedua	20 kg	6 cm
Ketiga	20 kg	6 cm

Kesimpulan : dengan dilakukan tiga kali percobaan, didapatkan hasil untuk menekan butiran pasir dari tebal 7 cm menjadi 6 cm adalah sebesar 20 kg. artinya tekanan untuk menekan adalah sebesar 20 kg/cm^2 .

Maka gaya yang dibutuhkan untuk menekan serbuk pasir dengan luasan yang direncanakan adalah :

$$F = P \cdot A$$

Dimana, P = tekanan per cm^2

A = luasan yang akan di *press* ($20 \times 10 = 200 \text{ cm}^2$)

$$\begin{aligned} F &= 20 \times 200 \\ &= 4000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 39240 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan untuk menekan butiran pasir dari tebal 7 cm menjadi 6 cm dengan luasan 20×10 adalah sebesar 39240 N.

4.10.3 Besar Gaya Yang Diperlukan Pada Saat Pengepressan

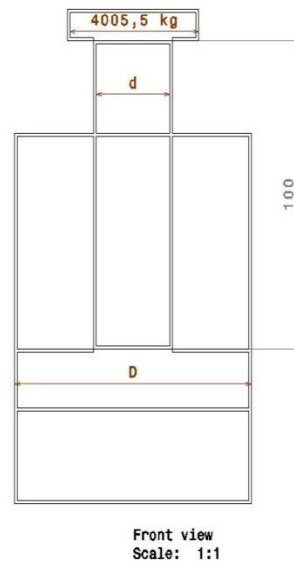
Gaya yang diperlukan untuk pengepressan ini adalah jumlah gaya normal yang didorong aktuator ditambah dengan gaya yang dibutuhkan untuk menekan serbuk pasir.

$$\begin{aligned} F &= 43,16 + 39240 \\ &= 39283,16 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi seluruh gaya yang diperlukan untuk pengepressan adalah 39283,16 N.

4.11 Perhitungan Aktuator

Pemilihan aktuator yang digunakan sesuai standar BS 5785 : 1980 dengan terlebih dahulu memperhitungkan besar diameter yang diijinkan sebagai berikut.



Gambar 11. Silinder Aktuator

4.11.1 Perhitungan Diameter Batang Torak

Perhitungan batang torak dapat dihitung menggunakan persamaan Euler sebagai berikut :

$$\text{Rumus Euler : } K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

Catatan : Di bawah kondisi ini batang torak mengalami tekukan.

Beban operasi maksimum dalam kondisi aman adalah :

$$F = \frac{K}{S}$$

Dimana :K= Beban Kritis (N)

L= Panjang yang menekuk bebas (m)

Konstruksi aktuator beban bebas tanpa engsel, = 2 x stroke = 2 x 10 cm

S= Faktor keamanan = 3,5

E= Modulus Elastisitas = $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

I= Momen Inersia $\frac{\pi}{64} \times d^4$

F = Gaya = 39294,15 N = 4005,5 kg

$$\begin{aligned}d^4 &= \frac{64 \times L^2 \times F \times S}{\pi^3 \times E} \\&= \frac{64 \times 20^2 \times 4005,5 \times 3,5}{\pi^3 \times 2,1 \times 10^6} \\&= \frac{358892800}{\pi^3 \times 2,1 \times 10^6} \\d &= \sqrt[4]{5,5} \\&= 1,53 \text{ cm} \\&= 15,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jadi batang torak yang diijinkan untuk mengangkat beban 4005,5 kg adalah diameter 15,3 mm, dibawah diameter tersebut batang torak akan mengalami tekukan.

4.11.2 Perhitungan Diameter Torak

Untuk menghitung diameter torak yang digunakan, terlebih dahulu diasumsikan tekanan maksimum yang terjadi dalam diameter torak, tekanan maksimum diasumsikan sebesar 100 kg/cm^2 .

$$A = \frac{F}{P}$$

$$\begin{aligned}\text{Dimana, } A &= \frac{4005,5}{100} \\&= 40,055 \text{ cm}^2 \\&= 4005,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D &= \sqrt{\frac{4005,5 \times 4}{\pi}} \\&= \sqrt{5102,54} \\&= 71,43 \text{ mm}\end{aligned}$$

Diameter torak yang dibutuhkan untuk mengangkat beban 4005,5 kg dengan mengasumsikan tekanan maksimum sebesar 100 kg/cm^2 adalah 71,43 mm.

4.11.3 Pemilihan Aktuator

Untuk pemilihan actuator yang digunakan dapat melihat table menurut standar BS 5785 : 1980 seperti di bawah ini :

Tabel 7. *Recommended cylinder bore and rod sizes* (Pinches, 1988)

Piston Diameter (mm)	Piston rod Diameter (mm)	
	Small	Large
40	20	28
50	28	36
63	36	45
80	45	56
100	56	70
125	70	90
140	90	100
160	100	110
180	110	125
200	125	140
220	140	160
250	160	180
280	180	200
320	200	220

Jadi dapat disimpulkan bahwa pemilihan actuator sesuai standar BS 5785 : 1980 dengan diameter torak sebesar 63 mm dan diameter batang torak 36 mm.

4.12 Menghitung Daya Kompresor

1) Debit kompresor

Debit kompresor adalah jumlah udara yang harus dialirkan kedalam silinder pneumatik, dapat dihitung dengan cara:

$$Q_s = \frac{\pi}{4} (d_s)^2 (v) \quad (\text{Hartono, 1998})$$

Dimana:

Q_s = Debit kompresor (l/min)

d_s = diameter silinder = 80 mm

v = kecepatan piston direncanakan 500 m/menit = 8333,3 mm/dtk

Sehingga:

$$Q_s = \frac{\pi}{4} \cdot (80^2) \cdot (8333,3)$$

$$Q_s = 41866499,2 \text{ mm/detik}$$

$$Q_s = 0,7 \text{ liter/detik}$$

2) Daya Kompresor

Daya kompresor dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$N_s = (Q_s)(\eta_{\text{tot}})$$

Dimana:

N_s = Daya kompresor (l/min)

Q_s = Debit kompresor (l/dtk)

η_{tot} = Efisiensi total = 0,8

Sehingga:

$$N_s = 0,7 \times 0,8$$

$$N_s = 0,56 \text{ kW}$$

$$N_s = 560 \text{ W}$$

$$N_s = 0,75 \text{ HP.}$$

4.13 Menentukan Motor Penggerak

Besarnya daya motor penggerak yang digunakan untuk menggerakkan kompresor adalah menyesuaikan kebutuhan daya kompresor tersebut sebesar 6,1 kW, maka daya penggerak dari kompresor:

$$N_m = \frac{N_k}{\eta} \quad (\text{Krist T, 1981})$$

$$= \frac{6,1}{0,95}$$

$$= 6,42 \text{ kW.}$$

4.14 Perhitungan Pneumatik

Bagian-bagian dari pneumatik yang perlu dihitung sebagai berikut:

1) gaya efektif piston

gaya efektif mempunyai dua arah dan bisa dihitung dengan cara:

a) Gaya efektif piston saat maju

gaya efektif piston saat maju dapat dihitung dengan rumus:

$$F_a = A \times P \quad (\text{Didactis } F, \text{ Pneumatics, TP 101})$$

Dimana:

A = luas permukaan silinder pneumatik

$$A = 0,015386 \text{ m}^2$$

P = Tekanan Kerja untuk pneumatik rata-rata 600000 N/m^2

Maka:

$$F_a = 0,015386 \times 600000$$

$$F_a = 9231 \text{ N}$$

b) Gaya efektif piston saat mundur

$$F_b = A \times P$$

Dimana:

$$A = \frac{\pi}{4} \times (d_s^2 - d_p^2)$$

$$A = 0,016 \text{ m}^2$$

Maka:

$$F_b = 0,016 \times 600000$$

$$F_b = 9600 \text{ N}$$

2) Konsumsi Udara Tiap Langkah Piston

Konsumsi udara tiap langkah piston mempunyai dua arah, dan dapat dihitung sebagai berikut:

a) Konsumsi udara saat piston maju

Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_1 = p \times \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \quad (\text{Festo Didactis, Pneumatics})$$

$$= 6,8 \times 0,785 \times 0,14^2 \times 0,84$$

$$= 0,088 \text{ m}^3$$

b) Konsumsi Udara Saat Piston Mundur

Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak mundur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_2 &= p \times \frac{\pi}{4} \times (d^2 - d_1^2) \times h \quad (\text{Festo Didactis, Pneumatics}) \\ &= 6,8 \times 0,785 \times (0,14^2 - 0,06^2) \times 0,84 \\ &= 0,072 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c) Konsumsi Udara Total

Silinder kerja ganda dengan diameter (d) 140 mm, panjang langkah (h) 840 mm, tiap menit membutuhkan udara sebesar :

$$\begin{aligned} Q &= V_1 + V_2 \\ &= 0,088 + 0,072 \\ &= 0,16 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3) Konsumsi Udara Yang Diperlukan Tiap Menit

a) Perbandingan kompresi

Perbandingan kompresi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Perbandingan kompresi} = \frac{1,03 + p}{1,031} \quad (\text{Teks Book FESTO : 184})$$

$$\text{Perbandingan kompresi} = \frac{1,03 + 6}{1,031} = 6,8$$

b) langkah maju

Konsumsi udara yang diperlukan tiap menit untuk langkah maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times k \times c \\ &= 0,785 \times 0,14^2 \times 0,84 \times 0,33 \times 6,8 \\ &= 0,0167 \text{ m}^3/\text{menit.} \end{aligned}$$

c) langkah mundur

Konsumsi udara yang diperlukan tiap menit untuk langkah mundur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_2 = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times k \times c$$

$$\begin{aligned} &= 0,785 \times (0,14^2 - 0,06^2) \times 0,84 \times 0,33 \times 6,8 \\ &= 0.014 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penelitian tahun 2 adalah pembuatan paving blok menggunakan mesin press hasil rancangan tahun pertama serta pengujiannya. Adapun mesin press paving blok pneumatic berbasis PLC dan paving bloknya diperlihatkan pada gambar dibawah.

5.1 Mesin Press Paving Blok



Gambar 12. Mesin press dengan sistim pneumatik



Gambar 13. Paving blok hasil cetakan mesin press dengan sistim pneumatik

5.2 Hasil Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan material berupa pasir, pecahan batu/abu batu, semen dan cairan perekat beton. Komposisi paduan meliputi pasir: 3 kg, abu batu 3 kg, semen 1 kg dan 5 sendok cairan perekat beton yang dicampur dengan air. Komposisi diatas untuk membuat dimensi paving blok dengan volume 20 x 10 x 6 cm. Tekanan yang digunakan untuk menekan adonan paving pada sistem pneumatik ini sebesar 128 kg. Sample uji dilakukan penahanan selama 10, 20, 30 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan. Pengujian dilakukan dengan mesin universal testing GOTECH-GT-7001-LC30.

Tabel 8. Uji tekan paving

No.	Mesin press	Waktu penahanan paving blok					
		10 hari		20 hari		30 hari	
		Max. Load kgf	Kuat Tekan kgf/cm ²	Max. Load kgf	Kuat Tekan kgf/cm ²	Max. Load kgf	Kuat Tekan kgf/cm ²
1.	Hidrolik	14771,1	73,85	27080,68	140,78	48980,87	310,35
2.	Pneumatik	5972,73	29,86	7558,43	60,35	9886,75	118,45

5.3 Pembahasan

Dari tabel diatas dapat dijelaskan bahwa rata-rata kuat tekan paving blok hasil press dengan sistem pneumatik menunjukkan nilai lebih rendah sebesar 40% jika dibandingkan dengan paving blok hasil press sistem hidraulik. Sedangkan rata-rata kuat tekan sebesar 118,45Kgf/cm². Beban maksimal merupakan besarnya gaya tekan yang mampu diterima oleh paving blok sampai pecah rata-rata sebesar 9886,75 Kgf. Sedangkan kuat tekan merupakan nilai bagi antara beban maksimal (Kg) dengan luas paving yang ditekan (cm²).

Melihat nilai kuat tekan paving blok hasil press pneumatik tersebut maka hanya sesuai untuk pengerasan bagi pejalan kaki dan taman sesuai Standar mutu yang harus dipenuhi paving block untuk SNI 03-0691-1996. Untuk meningkatkan kuat tekan paving dapat dilakukan dengan meningkatkan gaya tekan pada mesin, dimana hal ini akan meningkatkan kepadatan/densitas dari material paving, menentukan komposisi antar bahan baku. Selain itu juga perlunya penambahan waktu penahanan paving setelah dicetak selama minimal 30 hari.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Telah dirancang mesin press otomatis berbasis PLC untuk produksi paving blok dengan bagian-bagian mesin terdiri : konstruksi rangka mesin, input bahan baku (hopper), cetakan paving blok, tuas pengangkat cetakan dan silinder pneumatik *single action*.
2. Telah dibuat prototype cetakan paving standart SNI ukuran 200 x 100 x 6 cm, dan direncanakan tekanan yang diberikan sebesar 3 : 2.
3. Dari pengujian manual penggerak pneumatik ini dapat melakukan proses pembuatan paving blok dengan kuat tekan sebesar 118,45Kgf/cm². Beban maksimal merupakan besarnya gaya tekan yang mampu diterima oleh paving blok sampai pecah rata-rata sebesar 9886,75 Kgf.
4. Mesin pengepres paving sistem pneumatik ini cukup membantu IKM dalam meningkatkan produktifitas dan kualitas produk sesuai standart produk yang ditetapkan (SNI).

6.2 Saran

1. Perlunya dilakukan perawatan dan pengecekan secara berkala pada sistem pneumatik ini untuk mendapatkan kuat tekan maksimal.
2. Sistem pneumatik ini riskan terhadap kebocoran dan loses tekanan (*pressure drop*), untuk peningkatan kapasitas paving blok perlu dilakukan perhitungan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Curtis Johnson, 1993, *Process Control Instrumentation Technology*, 4th Edition, Prentice Hall International Inc, New Jersey
- Deutchman, Aaron D, 1975, *Machine Design: Theory And Practice*, Macmillan Publishing Co Inc., New York
- Eckman, P, and Donald. 1995. *Industrial Instrumentaion*.New York: John Willey & Sons Inc.
- Hanif, ahmad. *Penerapan PLC Sebagai Sistem Kendali Pada Mesin Konveyor*. Universitas Negeri Semarang, Teknik Mesin. 2006
- Kollman, F. F. P. E. W, Kuenzi dan A. J Stamm, 1975, *Principles of Wood Science and Technology II*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
- Tjahjono, A., "*Programmable Logic Controller*", Politeknik Elektronika NegeriSurabaya, Institut Teknologi SepuluhNopember, 1998.
- The Hydro-Pneumatic Technical Centre,"*Buku Petunjuk Teknik Tenaga Fluida Pneumatik*", Jepang.
- Ogata, Katsuhiko,"*Teknik Kontrol Automatik*", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta

Lampiran 1 Instrumen Penelitian



Ditambahi beberapa foto alatnya lg kalo ada pak

Lampiran 2. Personalia Peneliti

A. Ketua Peneliti

I. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Moh. Dahlan, ST.,MT
2. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
3. Jabatan Struktural : Pembantu Dekan II
4. NIS : 0610701000001141
5. NIDN : 0601076901
6. Tempat dan Tanggal Lahir : Rembang, 01-07-1969
7. Alamat Rumah : Perum. Sumber Indah II, B/24, Kudus
8. Nomor HP : 085640518715
9. Alamat Kantor : Fakultas TeknikUMK PO.BOX. 53 Gondang Manis Bae Kudus
10. Nomor Telepon : (0291) 443844
11. Alamat email : dahlan_kds@yahoo.com

II. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2	S3
Nama PT	Universitas Islam Malang (UNISMA Malang)	Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS Surabaya)	-
Bidang Ilmu	Elektro	Elektro	-
Tahun Masuk	1989	1006	-
Tahun Lulus	1994	2008	-

III. Penelitian Selain Skripsi dan Tesis

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber
1.	2002	Alat Pendeteksi Urutan Fasa	APBU UMK
2.	2003	Pembuatan Alat Trainer RAM 6116	APBU UMK
3	2003	Pemanfaatan Digital Gerbang Dasar Untuk Otomatisasi Pompa Air Pengisi Tandon	APBU UMK
4	2004	Analisa Gangguan yang Terjadi di Dalam Transformator Daya dan Cara Pengamanannya	APBU UMK
5	2006	Pembuatan CDI pada Kelistrikan Sepeda Motor Sebagai Pengganti Sistem Pengapian Mekanik (Platina)	APBU UMK
6	2008	Deteksi Gangguan Pada Saluran Distribusi 20 kV Menggunakan Artificial Immune System	DIKTI (Dosen Muda)

7	2009	Desain Konfigurasi Paralel Filter Hybrid untuk Meminimais Ukuran Filter Aktif	APBU UMK
8	2009	Sistem Informasi Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler	APBU UMK
9	2011	Pengukuran Kecepatan Putar Motor Berbasis Programmable Logic Controller (P L C) Omron CPM2A Dan Komputer	APBU-UMK

IV. Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber
1	2003	Penyuluhan dan Penerapan Teknik Perawatan dan Perbaikan Peralatan Elektronika di Desa Ngglagah Kec. Dawe Kab. Kudus	APBU UMK
2	2005	Rancang Bangun Alat Penurun Kadar Air dalam Madu untuk Usaha Budidaya Lebah Madu (Program Vucer)	APBU UMK
3	2006	Pengembangan Kuliah Kewirausahaan di fakultas teknik Universitas Muria Kudus	APBU UMK
4	2008	Memberi Pelatihan linux bagi guru dan staf administrasi SMU 1 Mejobo Kudus	APBU UMK
5	2011	Pelatihan Komputer Berbasis Jaringan pada Karang Taruna RT. 4 RW. 5 Sumber Indah Tenggeles Kudus.	APBU UMK

V. Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal
1	2002	Alat Trainer/Pelatihan RAM (Random Acces Memory) Sebagai Memory Utama pada Perangkat Komputer	Majalah Ilmiah MAWAS UMK, ISSN: 0853-0335, Edisi No. 17/Des/2002
2	2007	Analisis LetakGangguan Pada Saluran Distribusi 20 kV Menggunakan Artificial Immune System Melalui Negative Selection”	Prosiding Seminar Nasional Universitas Sebelas Maret-Surakarta ISBN 979-498-333-0
3	2008	Deteksi Gangguan Saluran Distribusi 20 kV Menggunakan Artificial Immune System melalui Negative Selection	Majalah Ilmiah MAWAS UMK, ISSN: 0853-0335, Edisi No. 2/Des/2008
4	2008	Pengembangan Mikro Computer IBM PC XT/AT Sebagai Emulator IC Eprom 2764	Majalah Ilmiah JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI UMK, ISSN: 1979-6870, Edisi No. 1/Des/2008
5	2008	Analisa Gangguan yang Terjadi di Dalam Transformator Daya dan cara Pengamanannya	Majalah Ilmiah JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI UMK, ISSN: 1979-6870, Edisi No. 1/Des/2008

6	2009	Desain Konfigurasi Paralel Filter Hybrid Untuk Meminimais Ukuran Filter Aktif	Majalah Ilmiah JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI UMK, ISSN: 1979-6870, Edisi No. 2/Juni/2009
7	2009	Akibat Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi	Majalah Ilmiah JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI UMK, ISSN: 1979-6870, Edisi No. 2/JDes/2009
8	2010	Sistem Informasi Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler	Majalah Ilmiah JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI UMK, ISSN: 1979-6870, Edisi No. 1/Juni/2010
9	2010	Pemanfaatan Aplikasi Jejaring Sosial Facebook untuk Media Pembelajaran	Majalah Ilmiah JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI UMK, ISSN: 1979-6870, Edisi No. 2/JDes/2010

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum.

Kudus, 10 Oktober 2014

Ketua Peneliti,



(Moh Dahlan, ST.,MT)

B. Anggota Peneliti 1

I. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Sugeng Slamet, ST.,MT
2. Tempat dan Tanggal Lahir : Kudus, 22 Juni 1971
3. Jabatan Struktural : Dekan Fakultas Teknik
4. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
5. NIS : 0610701000001136
6. NIDN : 0622067101
7. Alamat Rumah : Jl. Patimura Loram Wetan RT 6/II Kudus
8. Nomor Telepon : (0291) 434224
9. Nomor HP : 081 325524010
10. Alamat Kantor : Jl. Gondang manis PO. Box 53 Bae, Kudus
11. Nomor Telepon : (0291) 443844

II. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2	S3
Nama PT	Univ. Muhammadiyah Malang	Universitas Gadjah Mada	-
Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	-
Tahun Masuk	1990	2005	-
Tahun Lulus	1995	2007	-

III. Penelitian Selain Skripsi dan Tesis

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber
1.	2003	Pengaruh laju aliran fluida terhadap hasil pengeringan komoditas pertanian dengan sistem unggul terfluidisasi	Dikti
2.	2004	Tingkat konsumsi bahan bakar jenis kerosin terhadap waktu melebur logam non ferro	Dikti
3	2005	Peningkatan unjuk kerja ketel uap tradisional dengan memanfaatkan gas buang pada industri tahu	Dikti
4	2008	Pemanfaatan cangkang/biomassa kulit kopi sebagai bahan bakar briket	Sub luaran Sibermas
5.	2009	Pengaruh model cawan tuang dan saluran turun pada cetakan pasir proses pengecoran logam	Kopertis VI Jateng

6.	2010	Komposit partikel campuran serbuk gergaji kayu (sawdust) dengan resin urea formaldehid sebagai bahan utama box speaker	APBU UMK
----	------	--	----------

IV. Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber
1	2002	Pembuatan dapur pemanas pande besi berbahan bakar limbah batu bara PLTU Pura Group.	Vucer Dikti
2	2003	Pembuatan alat cetak foil guna mendukung UKM percetakan	Diknas Jateng
3	2004	Pembuatan alat potong pengolahan botol air mineral untuk daur ulang	Diknas Jateng
4	2005	Pembuatan dapur peleburan bijih plastik daur ulang untuk produk pegangan pisau	Vucer
5	2008	Pembuatan rotary dryer untuk pengering bijih kopi hasil perkebunan rakyat	Vucer
6	2010	IbM meningkatkan kualitas produk cor melalui penerapan model cawan dan saluran turun	IbM Dikti
7	2011	IbM Pembuatan Mesin Hot Press Papan Partikel Untuk Box Speaker Pada Perusahaan Speaker Aktif CV.Arofah Kudus	IbM Dikti

V. Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol/Nomor	Nama Jurnal
1	2009	The effect of Cu Concentration On Unidirectional Solidification Process For Micro Structure Of Al-Cu Alloy	Vol 2 Nomer 2 Juni 2009	Sains dan Teknologi Univ. Muria Kudus
2	2010	Pengaruh Konsentrasi Cu Pada Proses pembekuan searah terhadap sifat mekanis paduan Al-Cu	Vol 3 Nomer 1 Juni 2010	Sains dan Teknologi Univ. Muria Kudus

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum.

Kudus, 10 Oktober 2014

Anggota 1,



(Sugeng Slamet, ST.,MT)

C. Anggota Peneliti 2

I. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Budi Gunawan, ST, MT
2. Jabatan Fungsional : Lektor
3. Pangkat/ Gol/NIY : Penata TK-1/ III-D/0610701000001148
4. NIDN : 0613027301
5. Tempat dan Tanggal Lahir : Kudus, 13-02-1973
6. Alamat Rumah : Pasuruhan lor RT.04 RW. XI No. 1233 Kec. Jati Kudus
7. Nomor Telepon : 0291- 435493
8. Nomor HP : 085740961734
9. Alamat Kantor : Fakultas Teknik UMK PO.BOX. 53 Gondang Manis BAE Kudus
10. Nomor Telepon : 0291- 443844

II. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2	S3
Nama PT	Institut Sains & Tehnologi "AKPRIND" Yogyakarta	Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	-
Bidang Ilmu	Teknik Elektro	Teknik Elektro	-
Tahun Masuk	1991	2007	-
Tahun Lulus	1996	2009	-

III. Penelitian Selain Skripsi dan Tesis

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2001	Perancangan Pembuatan Programable Switching Power Suply Untuk Mengatur Kecepatan Motor DC	APBU	2,5
2.	2001	Pengontrolan Display Menggunakan Mikrokontroler 8031 dan IC PPI 8255	APBU	2,5
3	2002	Kekuatan Sinyal GSM Selular dari Provider Selular Indosat Dengan Produk SIM Card Indosat Multi Media Mobile (IM-3) di Kota Industri Kudus	APBU	2,5

4	2003	Penggunaan Elektroda dari Bahan Kawat Sebagai Alat Sensor Otomatis Pada Alat Pendeteksi Kelembaban Tanah	APBU	2,5
5.	2004	Aplikasi Mikrokontroller 8031 Dengan Sistim Minimum Sebagai Sistem Kontrol	DIKTI (Dosen Muda)	10
6.	2005	Pembuktian Nilai Tegangan Konduksi P-N Junction Dan Holding Current (Arus Genggam) Dari Komponen Semikonduktor Silicon Controlled Rectifier (SCR)	APBU	2,5
7	2006	Pengontrolan Sudut Picu S C R Untuk Mengontrol Tegangan Output Dengan Menggunakan Time Konstan R C	APBU	2,5
8	2007	Penggunaan Software Aplikasi Komputasi Teknik Matlab Untuk Menyelesaian Permasalahan Teknik Elektronika	DIKTI (Dosen Muda)	10
9	2008	Deteksi Isyarat Tangan Oleh Komputer Dengan Digital Image Processing	APBU	4
10	2008	Pengontrolan P L C Omron CPM2A Dengan Menggunakan LCD Sebagai Kontrol Panel Berbasis Mikrokontroler AT89S51	DIKTI (Dosen Muda)	10
11	2009	Klasterisasi Data Kategorikal Menggunakan Algoritma K-Modes	APBU	4
12	2010	Perancangan Neural Network Dengan Algoritma Back Propagation	APBU	4
13	2010	Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisa Potensi Sumber Daya Lahan Pertanian Di Kabupaten Kudus	APBU-UMK	4,5
14	2011	Pengukuran Kecepatan Putar Motor Berbasis Programmable Logic Controller (P L C) Omron CPM2A Dan Komputer	APBU-UMK	4,5

IV. Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1	1999	Melaksanakan pengabdian pada masyarakat (ceramah, tanya jawab, dan aplikasi teknologi) di ds. Duren Sawit Kec. Kayen Kab. Pati	APBU	2,5
2	2000	Melaksanakan pengabdian pada masyarakat (Sosialisasi perguruan tinggi pada siswa SMU)	APBU	2,5
3	2000	Melaksanakan pengabdian pada masyarakat (penyuluhan dan penerapan teknologi tepat guna) di ds. Karangturi Kec. Kaliwungu Kab. Kudus	APBU	2,5
4	2001	Menyampaikan orasi ilmiah pada pembekalan KKN (Ceramah dan workshop) di UMK	APBU	2,5
5	2003	Melaksanakan pengabdian pada masyarakat (penyuluhan dan alternatif penerapan teknologi tepat guna) di Desa Blingi Jati Kec. Winong Pati	APBU	2,5
6	2010	Melaksanakan pengabdian pada masyarakat (pelatihan komputer dan aplikasi office untuk guru-guru TKIT Umar bin Khatab Kudus)	APBU	2,5
7	2010	Pelatihan Multimedia Pembelajaran Untuk Menunjang Proses Belajar-Mengajar Bagi Guru Sekolah Menengah Kejuruan "Al-Islam" Kudus	APBU	2,5
8	2011	Workshop Pelatihan, Perancangan dan Pembuatan Jaringan Komputer Intranet Sekolah Guna Menunjang Proses Kegiatan Belajar Mengajar dan Meningkatkan Kinerja Guru di SMP IT "Al-Islam" Kudus	APBU	2,5

V. Penulisan dan Publikasi Ilmiah 5 Tahun Terakhir

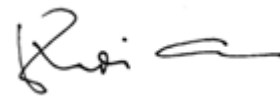
No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol/Nomor	Nama Jurnal
1	2006	Teknologi Processor Masa depan	Vol. 17 No. 2 Desember 2006	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
2	2007	WIMAX: Next Generation Network	Vol. 19 No. 2 Desember 2007	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335

3	2008	LVDT (Linear Variable Defferential Transformer) Sebagai Sensor Posisi Pada Micro Actuator	Vol. 20 No. 01 Juli 2008	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
4	2008	Aplikasi Serat Optik Pada Sistem Telekomunikasi Dengan Teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)	Vol. 21 No. 02 Desember 2008	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
5	2009	Aplikasi Multimedia E-Learning Untuk Pembelajaran Jarak Jauh	Vol. 22 No. 02 Desember 2009	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
6	2009	Deteksi Isyarat Tangan Oleh Komputer Dengan Digital Image Processing	Vol. 2 No. 2 Juni 2009	Jurnal Sains dan Teknologi UMK, ISSN: 1979-6870
7	2009	Klasterisasi Data Kategorikal Menggunakan Algoritma K-Modes	Vol. 2 No. 2 Desember 2009	Jurnal Sains dan Teknologi UMK, ISSN: 1979-6870
8	2010	Teknologi Sensor Kimia	Vol. 23 No. 01 Juni 2010	Majalah Ilmiah MAWAS ISSN: 0853-0335
9	2010	Pengujian Karakteristik Komposit Polimer-Karbon Sebagai Bahan Sensor Gas	Vol 7, Februari 2010	<i>Proceeding Basic Science National Seminar ke-7</i> ISBN : 978-602-96393-0-8 UNBRAU
10	2010	Pengujian Karakteristik Resistansi Sensor Gas Dari Bahan Polimer	Vol 1, Juli 2010	<i>Proceeding of Conference On Information Technology And Elctrical Engineering</i> , ISSN: 2085-6350 UGM

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum.

Kudus, 10 Oktober 2014

Anggota Peneliti 2,



(Budi Gunawan, ST, MT)