

FENOMENA UNJUK KERJA (*PERFORMANCE*) POMPA MERCURY MP-700 SUSUNAN TUNGGAL, SERI DAN PARALEL

Dedi Wardianto

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UMSB

Abstract

Ones that supports a learning process in the course is the completeness of facilities and infrastructure. The author design the performance test equipment of single, series and parallel pump, to increase the level of students understanding in the Mechanical Engineering Department of Muhammadiyah University, West Sumatra. Two pump used is a kind of aquarium pump in the same type (MERCURY MP-700). Power is 10 watts, head is 90 cm and a maximum capacity is 700 l / h. Installation arrangement made as small as possible so it is easily removed, placed on a lab table when using it. As a test results obtained, the performance of the two pumps are relatively similar. After compared with the theoretical formulation of the laws Bernoulli, the experiment result is reduce that of the reducing of the flow rate accumulated in the lower elevations head, for a reduction of the flow rate in series arrangement is the head height is not too large, while the parallel arrangement is a increase in the height of maximum head. The research is not able to show the lower head since the flow capacities is measure using a scaled glass and stopwatch at a height of 30 cm.

Keywords: *performance pump, head, flow capacity, a single, serial and parallel.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat maju sekarang ini belum bisa meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia, khususnya di daerah Bukittinggi dan sekitarnya. Dengan adanya fakultas Teknik, prodi Teknik Mesin, diharapkan dapat mempercepat upaya ini. Beberapa tahun ke depan direncanakan prodi Teknik Mesin UMSB menjadi prodi berstandar Internasional dengan fasilitas sarana dan prasarana memadai. Demikian, akan dapat menurunkan biaya pendidikan dengan mutu yang baik bagi masyarakat sekitar. Salah satu sarana yang dibutuhkan adalah Laboratorium Fenomena Mesin, di dalamnya ada praktikum uji unjuk kerja pompa.

Pompa banyak sekali dipakai oleh masyarakat, terutama dalam penyediaan air untuk kehidupan sehari-hari. Pendalaman pemahaman (segi psikomotorik) dengan peralatan uji ini akan dapat memperluas wawasan mahasiswa di dalam penerapannya. Untuk itu penulis merancang alat uji ini dengan sesederhana mungkin tanpa mengabaikan tujuan utama terhadap fungsi dan parameter utama dari kerja pompa itu sendiri.

Hasil perancangan diperoleh sebuah instalasi yang kecil, ringan yang dapat dipindah-pindahkan dan diletakkan disebuah meja (praktikum) sehingga dapat disaksikan oleh banyak peserta yang mengelilinginya. Murah dipandang dari biaya pembuatannya, efektif dipandang dari segi penggunaan dan penyediaan ruang, serta efisien bila dilihat dari segi energi yang digunakan.

Demikianlah harapannya, pada prodi Teknik Mesin UMSB, akan terjadi inovasi ide yang kreatif yang dapat membuat pekerjaan-pekerjaan menjadi efektif, efisien dengan murah dan produktifitas tinggi, sebagai jiwa dari kata teknologi. Selanjutnya diharapkan

akan lebih banyak lagi para orang tua dan masyarakat yang menganjurkan untuk sekolah di prodi Teknik Mesin, sehingga upaya sejahtera yang diimpikan lebih cepat dicapai melalui peningkatan daya saing kerja dari masyarakat itu sendiri. Hal inilah yang menjadi misi dari pendidikan nasional yaitu daya saing bangsa serta misi dari Muhammadiyah yaitu negeri sejahtera yang diridhoi Tuhan (*Baldatun Thaibatun wa rabbun ghafur*).

TINJAUAN PUSTAKA

1. Definisi Fluida

Fluida, salah satunya air, adalah suatu substansi atau zat yang mengalami deformasi berkesinambungan jika dipengaruhi oleh gaya geser sekecil apapun. Sifat dari fluida adalah tidak dapat menahan perubahan bentuk secara permanen, bila suatu bentuk massa fluida akan diubah, maka di dalam fluida tersebut akan terbentuk suatu lapisan-lapisan, dimana lapisan tersebut membentuk lapisan yang baru.

Fluida lebih mudah mengalir dikarenakan oleh ikatan molekul dalam fluida jauh lebih kecil dari ikatan molekul dalam zat padat, yang mengakibatkan fluida mempunyai hambatan yang relatif kecil pada perubahan bentuk akibat gesekan.

Fluida ada dua jenis yaitu fluida mampu mampat dan fluida yang tak mampu mampat. Fluida mampu mampat adalah suatu fluida yang apabila diberi gaya tekanan, maka volume dan suhunya akan mengalami perubahan. Contoh fluida mampu mampat adalah gas, sementara itu fluida tak mampu mampat yakni densitas fluida hanya sedikit terpengaruh oleh perubahan tekanan yang besar dan suhu, salah satu contohnya adalah air (Sularso, 1994).

2. Sifat Dasar Fluida

Untuk lebih memahami aliran fluida, maka harus mengetahui beberapa sifat-sifat dasar pada fluida itu. Adapun sifat-sifat dasar dari fluida yang perlu diketahui diantaranya yaitu kerapatan, tekanan dan kekentalan.

3. Aliran Fluida

Secara garis besar jenis aliran dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu (Olson, 1990):

a. Aliran tunak

Aliran tunak yaitu suatu aliran dimana kecepatannya tidak dipengaruhi oleh perubahan waktu, sehingga untuk kecepatan konstan pada setiap titik (tidak memiliki percepatan).

b. Aliran Tidak Tunak

Aliran tidak tunak yakni suatu aliran dimana terjadi perubahan kecepatan terhadap waktu.

4. Head

Head adalah suatu bentuk perasamaan energi yang dinyatakan dalam satuan panjang, (m) dalam SI. *Head* terdiri dari *head* ketinggian (*h*), *head* kecepatan ($v^2/2g$) dan *head* tekanan ($p/\rho g$). *Head* ketinggian menyatakan energi potensial yang dibutuhkan untuk mengangkat air setinggi (*m*) kolom air, *head* kecepatan menyatakan energi kinetik yang dibutuhkan untuk mengalirkan air setinggi (*m*) kolom air, sedangkan *head* tekanan adalah suatu energi aliran dari (*m*) kolom air yang memiliki berat sama dengan tekanan dari kolom (*m*) air tersebut.

5. Teori Dasar Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang termasuk golongan mesin penghasil kerja. Pompa digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan menekan fluida. Dalam fungsinya, pompa mengubah energi gerakan poros untuk kemudian menggerakkan sudu-sudu yang akan menekan fluida sehingga dapat mengalir.

6. Hukum Bernoulli

Persamaan dasar dalam hidrodinamika telah dirintis dan dirumuskan oleh Bernoulli secara baik, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menjelaskan gejala fisis yang berhubungan dengan aliran air. Persamaan dasar tersebut disebut sebagai persamaan Bernoulli atau teorema Bernoulli, yakni suatu persamaan yang menjelaskan berbagai hal yang berkaitan dengan kecepatan, tinggi permukaan zat cair dan tekanannya. Persamaan Bernoulli dituliskan sebagai berikut:

$$p + \frac{1}{2} \rho V^2 + \rho g h = \text{konstan} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- v = kecepatan fluida
- g = percepatan gravitasi bumi
- h = ketinggian relatif terhadap suatu referensi
- p = tekanan fluida
- ρ = densitas fluida

7. Dasar Perhitungan Pompa

Dasar perhitungan yang digunakan untuk menganalisis pompa adalah daya yang berhubungan dengan fluida dan yang berhubungan dengan listrik sebagai penggerak serta efisiensi untuk menyatakan daya yang hilang.

7.1. Daya

Daya adalah kerja yang dilakukan per satuan waktu. Satuan daya adalah [HP] atau [Joule/dt, watt].

a. Daya Hidrolik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P_{\text{pompa}} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ [watt]} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

- ρ = massa jenis fluida [kg/m^3]
- g = Percepatan gravitasi [m/s^2]
- Q = Laju aliran [m^3/s]
- H = Head pompa [m]

b. Daya Listrik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P_{\text{listrik}} = V \cdot I \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

- V = Tegangan listrik [Volt]

I = Arus listrik [Ampere]

7. 2. Efisiensi pompa

$$n = \frac{P_{pompa}}{P_{listrik}} \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

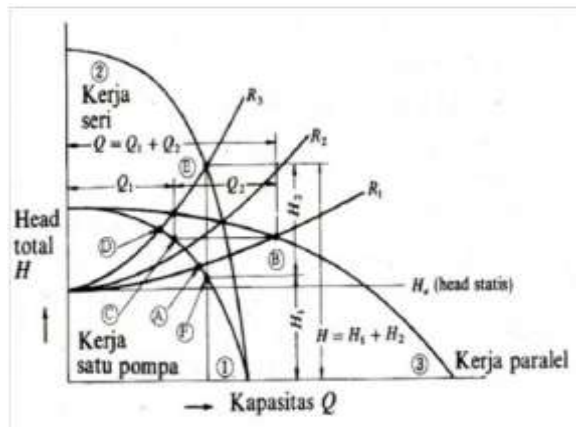
dimana:

P_{pompa} = Daya Hidraulik [watt]

$P_{listrik}$ = Daya listrik [watt]

8. Operasi Pompa Seri dan Paralel

Pada suatu kondisi, dimana kapasitas atau head yang diperlukan tidak dapat dicapai dengan satu pompa saja, maka selanjutnya dapat digunakan dua pompa atau lebih untuk mencapai kondisi head dan kapasitas yang diperlukan, dengan merangkai pompa tersebut secara seri maupun paralel. Gambar 1. berikut ini menunjukkan kurva head vs kapasitas dari dua pompa berkarakteristik sama.

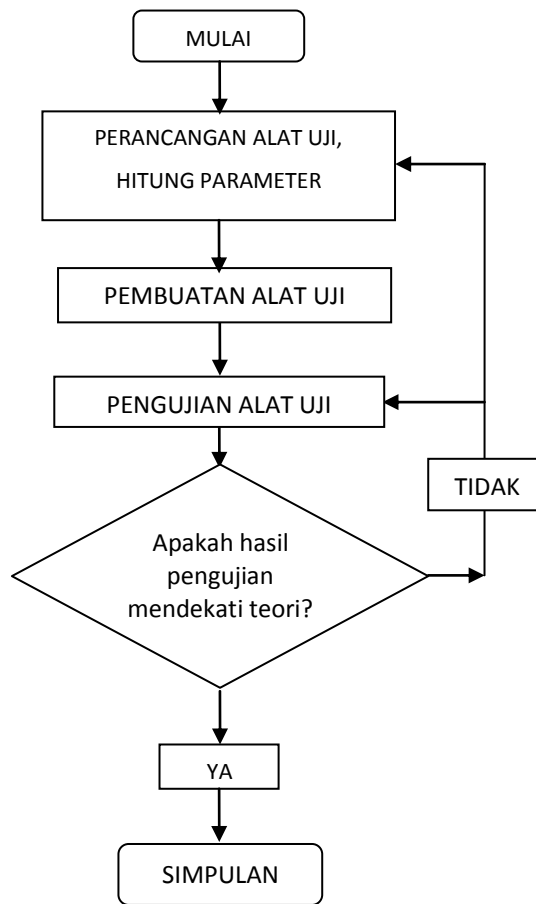


Gambar 1. Operasi seri dan paralel pompa berkarakteristik sama (Sularso 2000:94)

METODOLOGI PENELITIAN

1. Proses Perancangan

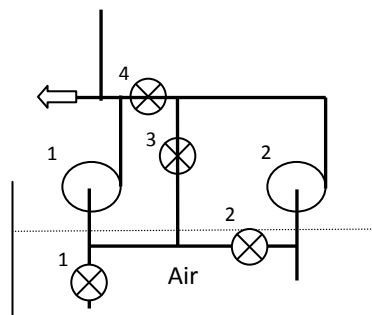
Perancangan alat dilakukan mengikuti diagram alir seperti pada Gambar 2. Pemilihan pompa dan instalasi disesuaikan dengan spesifikasi yang ada di pasaran.



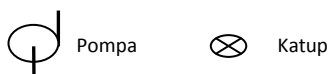
Gambar 2. Diagram alir perancangan alat uji pompa

2. GAMBAR INSTALASI

Gambar 3. adalah skema instalasi pengujian, semua katup mulanya terbuka. Untuk pengujian pompa tunggal 1, katup 2 dan 4 ditutup, sedang pompa tunggal 2 katup 2 dan 3 ditutup. Pengujian susunan seri katup 1,3 dan 4 ditutup, dan susunan paralel katup 2 dan 3 ditutup.



Keterangan:



Gambar 3. Instalasi pompa

3. Alat uji pompa susunan seri dan paralel

Gambar 5. adalah photo instalasi yang dibuat, terlihat ada kran yang digunakan untuk mengatur aliran, kemudian diukur kapasitas aliran dengan gelas ukur dan *stopwatch*.



Gambar 5. Alat uji pompa susunan seri dan paralel

3. ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

A. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan alat ini adalah:

- a. Pompa
- b. Stopwatch
- c. Gelas ukur
- d. Gergaji potong

B. Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah:

- a. Pipa pvc
- b. Katup
- c. Lem pvc
- d. Sambungan T
- e. Elbow
- f. Seal tape
- g. Bak segi empat

4. Perancangan dan Pembuatan Alat Uji Pompa Seri dan Paralel

Dalam perancangan dan pembuatan alat uji pompa seri dan paralel meliputi beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini, penulis membuat daftar bahan-bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam perancangan alat uji pompa seri dan paralel.

b. Tahap Perancangan dan Pembuatan Alat

Pada tahap ini terdapat beberapa tahapan yaitu:

1. Menyiapkan bahan-bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat uji pompa seri dan paralel.
2. Menentukan parameter-parameter yang akan diukur pada alat uji pompa seri dan paralel.
3. Menentukan jenis dan ukuran alat ukur yang akan digunakan.
4. Melakukan pemasangan pompa, pipa-pipa, dan alat ukur yang digunakan pada alat uji pompa seri dan parallel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan dilakukan untuk masing-masing pompa 1 dan 2, kemudian dilanjutkan dengan pompa susunan seri dan pompa susunan paralel. Hasil pengukuran dicantumkan pada Tabel 1-4.

Data hasil percobaan

Tabel1. Pengujian pompa 1

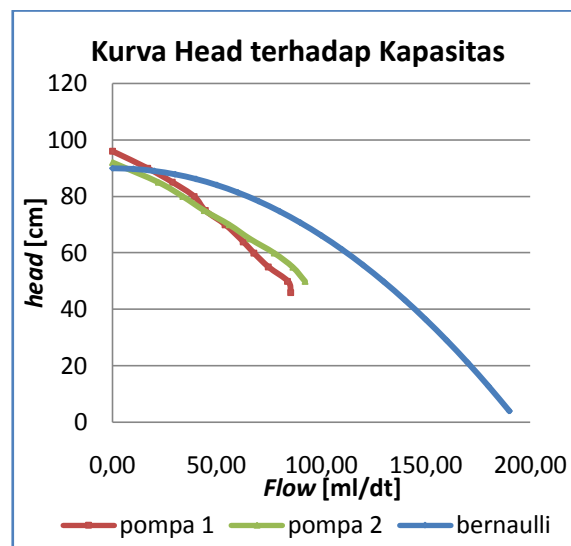
NO.	H		Vol [ml]	t[dt]	Q [ml/dt]
1	66	96	0	0	0,00
2	60	90	300	17,86	16,80
3	55	85	300	10,42	28,79
4	50	80	300	7,66	39,16
5	45	75	300	6,74	44,51
6	40	70	300	5,55	54,05
7	34	64	300	4,79	62,63
8	30	60	300	4,43	67,72
9	25	55	300	4,01	74,81
10	20	50	300	3,57	84,03
11	16	46	300	3,51	85,47

Tabel 1. adalah pengujian head ketinggian terhadap kapasitas aliran untuk pompa 1, sedangkan Tabel 2. Adalah untuk pompa 2. Pengujian dilakukan untuk volume 300 ml dengan mengukur waktu yang dibutuhkan serta ketinggian yang terjadi.

Tabel 2. Pengujian pompa 2

NO.	H		Vol [ml]	t[dt]	Q [ml/dt]
1	62	92	300	0	0,00
2	55	85	300	13,65	21,98
3	50	80	300	8,91	33,67
4	45	75	300	6,82	43,99
5	40	70	300	5,36	55,97
6	35	65	300	4,55	65,93
7	30	60	300	3,87	77,52
8	25	55	300	3,47	86,46
9	20	50	300	3,25	92,31

Hasil pengukuran digambarkan dengan membandingkannya dengan penurunan hukum Bernaulli, dengan syarat batas head 90 cm dan kecepatan maksimum 700 l/jam, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva untuk pompa tunggal dan persamaan Bernaulli.

Dari Gambar 6. Tidak terlihat perbedaan yang signifikan hubungan head dan kapasitas aliran, tetapi dengan bertambahnya laju aliran terjadi akumulasi perbedaannya bila dibandingkan dengan rumus ideal hukum Bernaulli. Untuk head 50 cm hasil teoritis berharga 130 ml/dt, sedangkan pompa 1 adalah 84,03 ml/dt dan pompa 2 adalah 92.03 ml/dt. head ketinggian maksimum pompa 1 adalah 96 cm dan pompa 2 adalah 92 cm.

Tabel 3. Pengujian pompa seri

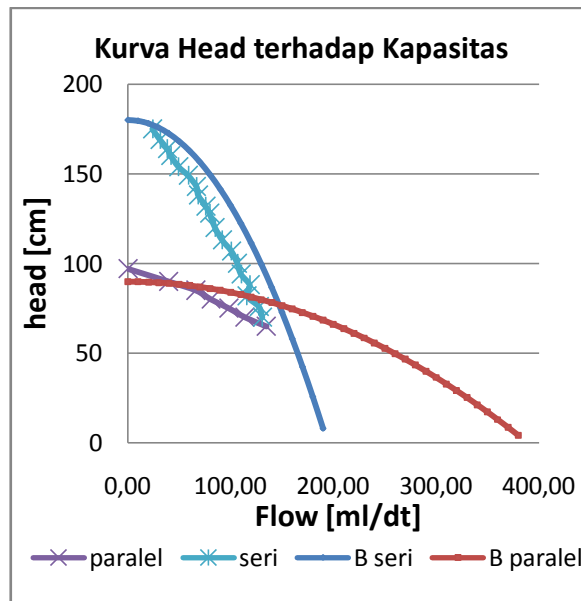
NO	H		Vol [ml]	t [dt]	Q [ml/dt]
1	145	175	400	16,68	23,98
2	139	169	400	12,75	31,37
3	134	164	400	10,41	38,42
4	130	160	400	9,56	41,84
5	124	154	400	8,11	49,32
6	119	149	400	6,79	58,91
7	113	143	400	5,99	66,78
8	108	138	400	5,83	68,61
9	102	132	400	5,28	75,76
10	98	128	400	5,03	79,52
11	90	120	400	4,71	84,93
12	83	113	400	4,35	91,95
13	77	107	400	3,97	100,76
14	70	100	400	3,75	106,67
15	64	94	400	3,63	110,19
16	58	88	400	3,37	118,69
17	52	82	500	4,32	115,74
18	46	76	500	3,92	127,55
19	40	70	500	3,82	130,89

Hasil pengukuran untuk pompa susunan seri ada pada Tabel 3, dan susunan paralel ada pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian pompa paralel

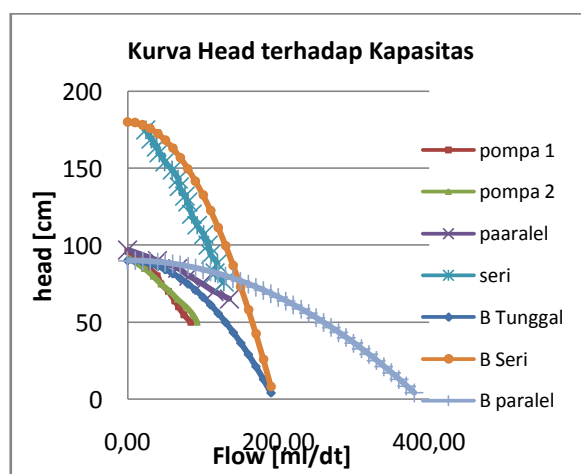
NO.	H		Vol [ml]	t[dt]	Q [ml/dt]
1	67	97			0,00
2	60	90	500	12,68	39,43
3	55	85	500	7,56	66,14
4	50	80	500	6,18	80,91
5	45	75	500	5,08	98,43
6	40	70	500	4,38	114,16
7	35	65	500	3,71	134,77

Pengujian untuk sistem seri dilakukan untuk kapasitas 400 dan 500 ml/dt, sedang untuk pompa susunan paralel 500 ml/dt, hal ini dimaksudkan agar dapat melakukan percobaan lebih cepat. Data untuk susunan paralel lebih sedikit berhubung laju aliran yang relatif cepat.



Gambar 7. Kurva untuk pompa hubungan seri dan paralel

Dari Gambar 7. Terlihat pertemuan kurva aliran berada pada ketinggian 50 cm, dimana untuk persamaan ideal hukum Bernaulil berada pada titik nol ketinggian. Sama dengan pengujian untuk pompa tunggal hubungan susunan seri dan paralel ada pengurangan laju aliran untuk head yang sama dengan kurva ideal hukum Bernaulli.



Gambar 8. Kurva data pompa tunggal, seri dan paralel

4.2. Pembahasan

Seaca umum pengujian kurva hubungan head dan kapasitas sudah menunjukkan kecenderungan yang sama dengan perumusan hukum Bernaulli, adanya penyimpangan barang kali akibat ada kerugian aliran dalam pipa serta katup dan sambungan knee.

Dipihak lain daya yang terjadi pada pompa juga tidak didata tetapi dianggap menghasilkan daya yang sama untuk semua data percobaan. Fluktuasi ini barangkali perlu menjadikan perhatian sesuai dengan performa putaran terhadap arus dan daya yang dihasilkan.

PENUTUP KESIMPULAN

Kesimpulan untuk penelitian ini adalah:

1. Adanya akumulasi pengurangan laju aliran untuk head ketinggian yang rendah, untuk susunan seri pengurangan laju aliran terhadap head ketinggian tidak terlalu besar, sedangkan untuk susunan paralel ada kenaikan head ketinggian maksimum.
2. Penelitian belum bisa dilakukan untuk head rendah berhubung pengukuran kapasitas aliran dilakukan menggunakan gelas ukur dan *stopwatch* pada ketinggian 30 cm.
3. Supaya hasil pengukuran bisa lebih mendekati kurva ideal hukum Bernaulli maka unjuk kerja pompa yang berhubungan dengan laju aliran dan arus atau daya pompa perlu didata.

SARAN

Percobaan tidak dapat dilakukan untuk ketinggian 0-30 cm, karena pengukuran kapasitas dilakukan pada ketinggian 30 cm. Untuk selanjutnya dengan membuat flowmeter pada permukaan reservoir air akan dapat diperoleh pengukuran sampai ketinggian permukaan reservoir air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ranald V. Giles. 1996. *mekanika fluida dan hidraulika* penerjemah Ir. Herman widodo soemitro. Jakarta. Erlangga
- Victor L. Steeter dan E. Benjamin Wyle. 1988. *Mekanika Fluida*. Jakarta. Erlangga
- Austin H. Church. 1986. *Pompa dan blower sentrifugal* penerjemah Ir. Zulkifli Harahap. Jakarta. Erlangga
- Haruo Tahara. 1983. *Pompa dan kompresor* penerjemah Ir. Sularso, MSME. Jakarta. Pradnya Paramita