

# PENINGKATAN KINERJA KOMPOR SURYA TIPE KOTAK DENGAN PENAMBAHAN CERMIN REFLEKTOR

Abdul Muin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tridinanti Palembang  
Jl. Kapten Marzuki No. 2446 Kamboja Palembang

## ABSTRAK

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan cermin reflektor terhadap kinerja dari kompor surya tipe kotak. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah eksperimental. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang. Penelitian dilakukan pada kompor surya tipe kotak dengan 3 cermin reflector. Kompor surya ini di uji untuk memanaskan air sebanyak 0,7 Liter air. Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan kinerja kompor adalah dengan menggunakan satu cermin, kemudian berikutnya dilakukan dengan penambahan 2 cermin pada posisi kiri dan kanan kompor surya. Dari hasil pengujian diperoleh hasil untuk kompor surya cermin tunggal diperoleh temperatur yang tertinggi dalam proses pemanasan air yaitu

80.2 °C, daya kompor sebesar 486.66 Watt. Sedangkan pengujian dengan penambahan cermin temperature yang tercapai adalah 83.4 °C dan daya kompor 518.02 Watt. Efisiensi kompor tertinggi diperoleh untuk cermin tunggal adalah sebesar 9,89 %, sedangkan efisiensi dengan penambahan cermin sebesar 17.36 %.

**Kata kunci** :Kompor Surya Tipe Kotak, Cermin tunggal, Penambahan 3 cermin reflektor

## 1. PENDAHULUAN

Diakhir-akhir abad ini para ahli energi terus menerus berusaha menemukan energi pengganti yang murah dan ramah lingkungan. Hal ini disebabkan oleh semakin masifnya penggunaan bahan bakar fosil sehingga membuat cadangan persediaan energi dunia semakin menipis. Jika tidak mendapatkan alternatif bahan bakar lain maka dimasa mendatang krisis energi akan semakin parah. Sumber energi alternatif menjadi pilihan yang banyak diteliti yaitu energi baru terbarukan, yang meliputi air, angin, gelombang laut dan energi matahari. Energi matahari walaupun digunakan secara terus menerus tidak akan pernah habis, sangat melimpah dan dapat dipergunakan secara bebas. Disamping itu energi matahari sangat menguntungkan dibandingkan energi dari fosil, yaitu karena energi surya lebih ramah lingkungan. Maka dalam penelitian ini, penulis akan meneliti Uji peningkatan kinerja kompor surya tipe kotak dengan penambahan cermin reflektor. Dengan adanya pengujian ini maka akan diketahui dan diperoleh efisiensi kompor surya serta daya kompor. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil peningkatan kinerja kompor dengan cara penambahan cermin reflektor, dengan penambahan reflektor ini diharapkan menghasilkan efisiensi yang tinggi waktu serta pendidihan lebih cepat.

### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan dalam penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 1.1.1 Berapa lama waktu pemanasan yang akan dicapai untuk setiap kompor surya yang di uji.
- 1.1.2 Berapa besar jumlah kalor dan efisiensi yang dibutuhkan dalam proses pemanasan tersebut.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu lama proses pemanasan dan untuk mengetahui laju kebutuhan kalor pemanasan serta besar efisiensi masing-masing kompor surya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pendahuluan

Kompor surya kotak (*Solar Box Cooking*) sangat sederhana. Kompor surya tipe kotak ini memiliki sejarah panjang sejak abad ke 18 ketika Nicholas-de-Saussure pertama sekali membuat kompor surya tipe tersebut. Kompor surya tipe kotak dalam aplikasinya memanfaatkan dua sinar yaitu sinar radiasi langsung dan baur. Sinar radiasi langsung biasanya langsung dikonsentrasikan ke objek yang dipanaskan misal panci dan lain-lain. Sinar baur adalah sinar yang diterima objek secara tidak langsung melalui reflektor. Pengujian-

pengujian terhadap performa kompor surya telah banyak dilakukan dengan permasalahan yang beragam. Ada beberapa peneliti yang telah mengadakan eksperimen terhadap pengaruh orientasi reflektor terhadap kerugian panas dari konsentrasi kompor surya. Penilaian Kinerja kompor surya di nilai dari besarnya Efisiensi yang dapat dihasilkan. Efisiensi kompor surya didefinisikan sebagai perbandingan energi yang dihasilkan dengan energi yang digunakan.

**2.1 Kompor Surya Tipe Kotak (Solar Box Cookers)**

Kompor surya tipe kotak (*Solar Box Cooker*) dibuat berupa kotak yang dilapisi material isolasi dan dibagian permukaan atas diberi medium transaran seperti kaca atau plastik. Sifat kerja dari kompor surya tipe kotak ini berfungsi menciptakan efek rumah kaca (*greenhouse effect*). Kemampuan kompor surya mengumpulkan cahaya matahari secara langsung ke kompor surya adalah berasal dari bagian kolektor dan absorber yang diarahkan ke matahari. Reflektor dapat dibuat dari berbagai material yang mampu merefleksikan radiasi matahari masuk ke dalam kotak kompor melalui kaca transaran.

**2.1.1 Isolasi/Penyekatan**

Untuk menjaga Suhu di dalam kotak tetap tinggi saat memasak, dinding-dinding kotak dan dasar harus diberi isolator panas yang baik (*heat isolation*). Termasuk isolator yang baik adalah : aluminium foil (*radiant reflector*), fiberglass, rockwool, cellulose, dan wool. Seluruh bagian kompor surya harus diberi isolator untuk menimalkan kerugian panas konduksi dari dalam keluar kotak, dengan kerugian panas keluar kecil mengakibatkan tempertur masak menjadi tinggi.

**2.1.2 Bahan Transaran**

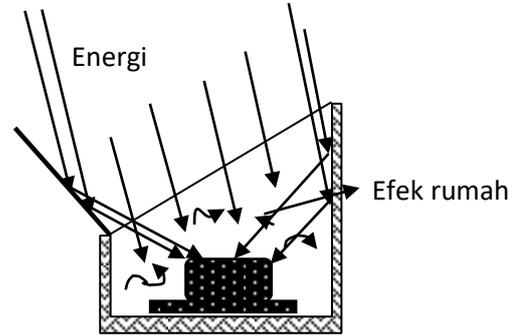
Bagian atas permukaan kotak kompor harus diberi bahan transaran yang langsung menghadap arah matahari. Pemasangan bahan transaran ini menyebabkan efek rumah kaca (*greenhouse effect*) di dalam kotak. Bahan trasfaran yang umum digunakan adalah kaca (*glass*) atau plastik yang tahan panas.

**2.2 Prinsip Dasar Pemanasan Dalam Kotak Kompor Surya**

Dasar prinsip kerja kompor surya tipe kotak adalah menaikkan panas untuk proses pemasakan, memurnikan air atau juga untuk mensterilkan peralatan-peralatan. Kemampuan ini disebabkan karena bagian dalam kotak mendapat energi panas dari matahari. Sinar matahari secara langsung dan dipantulkan memasuki kotak melalui permukaan kaca (gambar 1), kemudian mengubahnya menjadi energi panas oleh bagian absorber berupa pelat di cat hitam. Kenaikan Suhu ini terus terjadi hingga sampai terjadi kesetimbangan energi yang yang

sama besar dengan solar heat gain yang terjadi didalam kotak sampai Suhu cukup untuk memasak.

Prinsip-prinsip pemanasan pada kompor surya, meliputi : Panas yang berguna. (*Heat gain*), Panas yang hilang (*Heat loss*) dan Panas yang tersimpan (*Heat storage*)



Gambar 1. Distribusi Energi Panas Di Dalam Kompor

**2.2.1 Energi surya yang diserap oleh kompor surya tipe kotak :**

- Intensitas radiasi surya yang terukur oleh *solarymeter* adalah:

$$I_{total} = \int_1^2 I(t) dt \dots\dots\dots(1)$$

Atau dapat juga ditentukan dengan persamaan :

$$Q_u + Q_l = I_T A_c (\tau\alpha)_e \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- $Q_u$  = Energi berguna yang dihasilkan kompor surya tipe kotak (kJ)
- $Q_l$  = Energi hilang dari kompor surya tipe kotak (kJ)
- $I_T$  = Total energy surya Radiasi Surya ( $W/m^2$ )
- $A_c$  = Luas permukaan serap kompor surya tipe kotak ( $m^2$ )
- $(\tau\alpha)_e$  = transmissivitas dan absorbsivitas

**2.2.2 Energi berguna dari kompor surya tipe kotak dapat dihitung berdasarkan :**

$$Q_u = A_c [I_T (\tau\alpha)_e - U_L (T_3 - T_1)] \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- $U_L$  = Koefisien kehilangan panas kompor surya tipe kotak ( $W/m^2C$ )
- $T_3$  = Suhu rata-rata plat absorber (C)
- $T_1$  = Suhu udara di dalam ruang kompor (C)

Harga  $Q_u$  diatas dapat juga ditentukan oleh persamaan :

$$Q_u = \dot{m} C_p (T_{ah} - T_{aw}) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- $\dot{m}$  = laju aliran massa fluida (kg/s)
- $C_p$  = panas air (J/kg. °C)
- $T_{ah}$  = Suhu air akhir (°C)
- $T_{aw}$  = Suhu awal air (°C)
- $T$  = Waktu (detik)

**2.2.3 Efisiensi Kompor surya tipe kotak**

Efisiensi kompor surya tipe kotak pelat datar diperoleh dari hasil kesetimbangan energi pada kondisi tunak yang terjadi pada sistem, didefinisikan sebagai perbandingan antara panas yang berguna dari kompor surya tipe kotak dengan intensitas dari radiasi surya, yaitu :

• **Efisiensi (  $\eta$  )**

$$\eta = \frac{Q_u}{I_{TAc}} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- $Q_u$  = Energi aktual yang terpakai
- $I_T$  = Total radiasi energi surya yang sampai ke kompor surya tipe kotak perluas Satuan
- $A_c$  = Luas permukaan penyerap panas

**2.2.4 Daya Kompor Surya**

Daya untuk memasak pada kompor energi surya dapat dihitung dengan persamaan :

$$P = \frac{T_{ah} - T_{aw}}{t} m_a \cdot c_a \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

- $P$  = Daya Memasak (w).
- $T_{ah}$  = Suhu akhir air (°C)
- $T_{aw}$  = Suhu awal air (°C)
- $t$  = waktu (s).
- $m_a$  = massa air (kg).
- $C_a$  = Kapasitas Panas air (4.200 kJ/kg K).

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Perancangan Kompor Surya**

Dalam perancangan kompor surya tipe kotak seperti terlihat pada gambar 2.2 penelitian diutamakan memperbaiki kinerja secara keseluruhan. Kompor yang dibuat diharapkan memiliki kemampuan yang lebih baik dari kompor yang dibuat secara tradisional. Luasan variasi pelat yang membentuk absorber pada penelitian ini tidak memiliki luas yang sama untuk masing-masing absorber setiap kompor, perbedaan utama adalah hanya pada bentuk masing-masing absorber yaitu berbentuk tirus, setengah melingkar dan kotak.



Gambar 2. Kompor Surya Tipe Kotak Dengan Tambahan Cermin Reflektor

Parameter yang ditentukan dalam perancangan meliputi :

- Massa air yang akan dididihkan (M) = 700 gram

- Suhu awal air ( $T_i$ ) = 28 – 30 °C
- Suhu akhir air di dinginkan ( $T_o$ ) = 100 °C
- Spesifik panas air pada tekanan konstan ( $c_p$ ) = 4.200 KJ/Kg.K
- Waktu diharapkan mendidih ( $t$ ) = 3600 detik (1 jam)
- Rata-rata energi radiasi surya ( $I_r$ ) = 600 – 700 W/m<sup>2</sup>
- Diassumsikan efisiensi overall kompor ( $\eta_{ov}$ ) = 0,25 – 0,35
- Suhu udara luar ( $T_a$ ) = 33 °C
- Suhu pelat absorber diassumsikan = (110 – 130) °C
- Diassumsikan kerugian panas keluar kotak ( $q_l$ ) = 15%  $I_r$

Kotak kompor dibuat berukuran (0,5m x 0,5m) dengan tinggi didepan 0,26 m dan dibagian belakang 0,35m. Absorber terbuat dari pelat aluminium yang di cat hitam dengan luas dibagian dasar masing (0,16m x 0,43m), (0,25m x 0,38m) dan (0,30m x 0,43m), untuk mengurangi kerugian panas dipergunakan isolasi dengan tebal 6 cm ditempatkan dibagian bawah dan dibagian sisi-sisi kiri dan kanan.

Sebuah panel cermin datar dengan tebal 3 mm berukuran 0,43m x 0,43m diletakan dibagian sisi atas kotak sebagai reflektor energi radiasi surya. Reflektor bertujuan untuk meningkatkan jumlah radiasi surya yang masuk kedalam kotak dan ditangkap oleh absorber, dengan demikian keberadaan reflektor dapat meningkatkan efisiensi kompor surya. Dibagian permukaan atas kotak

**3.2 Set-Up Peralatan dan Pengujian**

Pengujian dilakukan pada masing-masing kompor dilakukan mulai pukul 10.00 pagi hingga 14.00 Wib sore. Peralatan bantu pengujian meliputi; alat sensor suhu dengan menggunakan kawat termokopel tipe K dengan range kemampuan membaca Suhu mulai dari -50°C hingga Suhu 150°C dipasang pada beberapa titik didalam kotak kompor untuk mendeteksi suhu dititik tersebut. Kawat termokopel dipasang pada permukaan luar kaca, wajan dibagian dinding luar, air didalam wajan, ruang dalam kotak serta udara ambient. Pengambilan data Intensitas energi surya menggunakan alat ukur solarimeter, alat ini mampu langsung membaca secara digital besarnya energi intensitas surya yang sampai ke permukaan bumi.

**3.3 Metode Pengambilan Data**

Metode pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

- 3.3.1 Studi lapangan yaitu dengan mengambil data secara langsung terhadap objek yang akan diamati. Dicatat langsung pada lokasi penelitian guna mendapatkan data-data yang dibutuhkan.
- 3.3.2 Studi pustaka dilakukan dengan literatur-literatur yang relevan berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.

**3.4 Prosedur Penelitian**

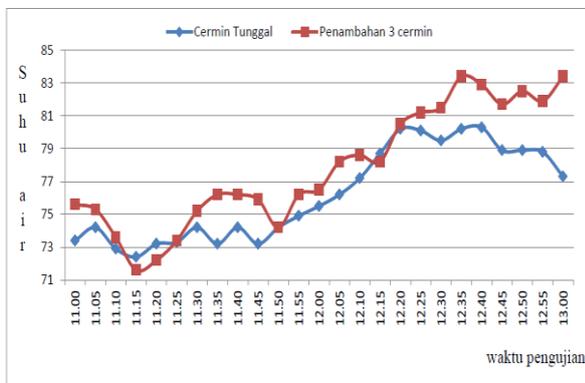
Variable penentu besarnya perhitungan efisiensi dan daya kompor surya tipe kotak adalah jumlah energi panas matahari masuk kedalam kotak. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian alat ini adalah sebagai berikut :

- 3 Mempersiapkan kompor surya tipe kotak.
- 4 Volume air yang akan dididihkan sebanyak 700 mL.
- 5 Memasang Peralatan, termokopel, dan alat ukur radiasi matahari.
- 6 Mencatat semua data meliputi, T.ruang ( $T_1$ ), T.air ( $T_2$ ), T.plat ( $T_3$ ), dan ukur intensitas energi matahari pada alat kompor surya tipe kotak.

**4. PERHITUNGAN DAN ANALISA**

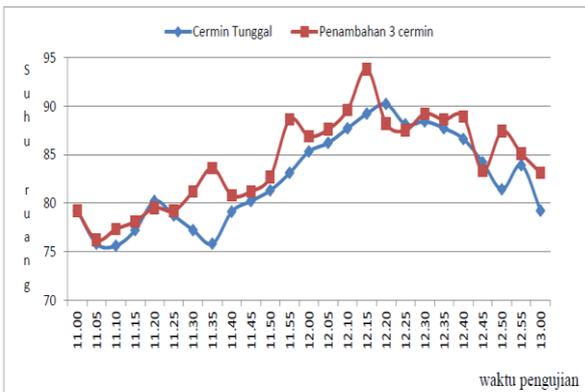
Dari data hasil pengujian dilakukan perhitungan untuk dapat mengetahui performance kompor surya dan hasil perhitungan digambarkan dalam bentuk grafik-grafik dibawah ini :

**4.1 Grafik Radiasi Energi Matahari**



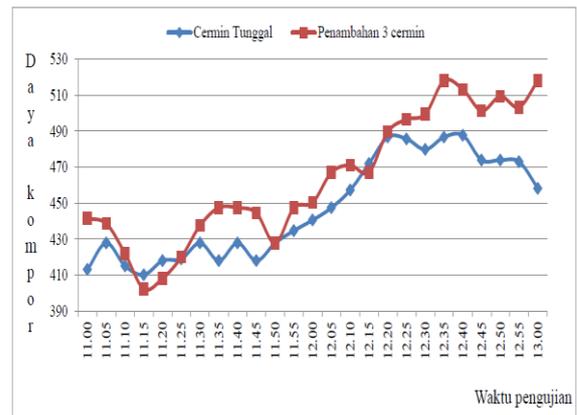
Grafik 3. Radiasi Energi Matahari

**4.2 Grafik Kenaikan Temperatur Air**



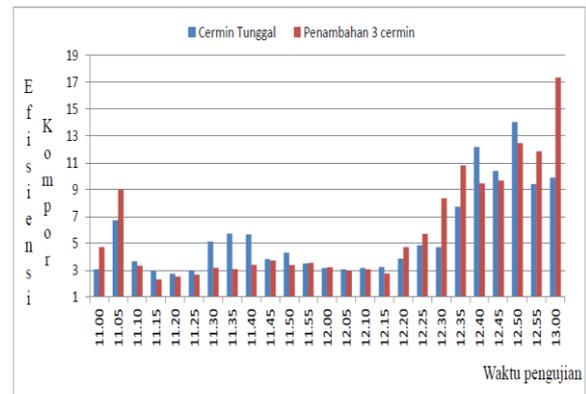
Grafik 4. Kenaikan Temperatur Air Dalam Kompor Kotak

**4.3 Grafik Daya Kompor Surya**



Grafik 5. Daya Kompor Surya

**4.4 Grafik Efisiensi Kompor Surya**



Grafik 6. Efisiensi Kompor Surya

**4.5 Analisa Grafik :**

Dari hasil pengujian dapat di analisa. Pengujian kompor surya tipe kotak dengan cermin tunggal dan kompor surya tipe kotak dengan penambahan 3 cermin reflektor :

4.5.1 Dapat dilihat dari grafik 1, dimana Suhu air pada kompor surya tipe kotak dengan penambahan 3 cermin reflektor lebih tinggi dibandingkan kompor surya tipe kotak dengan cermin tunggal. Dilihat grafik Suhu air kompor dengan 3 cermin lebih cepat mendidihkan air waktu tertinggi pada jam 12.35 suhu air 83.4 dibandingkan kompor cermin tunggal waktu tertinggi pada jam 12.35 suhu air 80.3

4.5.2 Dapat dilihat dari grafik 2, dimana Suhu air pada kompor surya tipe kotak dengan penambahan 3 cermin reflektor lebih tinggi dibandingkan kompor surya tipe kotak dengan cermin tunggal. Dilihat grafik Suhu air kompor dengan 3 cermin lebih cepat mendidihkan air waktu tertinggi pada jam 12.35 suhu air 83.4 dibandingkan kompor cermin tunggal waktu tertinggi pada jam 12.35 suhu air 80.3

- 4.5.3 Dapat dilihat dari grafik 3, dimana Daya kompor (P) pada kompor surya tipe kotak dengan penambahan 3 cermin reflektor lebih tinggi dibandingkan kompor surya tipe kotak dengan cermin tunggal. Dilihat grafik daya kompor pada kompor dengan penambahan 3 cermin dari hasil perhitungan daya kompor yang dihasilkan besaran nya 518.02 (Watt) dan waktu tertinggi pada jam 12.35 lebih besar hasil perhitungan dibandingkan kompor cermin tunggal besarnya 486.66 (Watt) dan waktu tertinggi pada jam 12.35
- 4.5.4 Dapat dilihat dari grafik 4, dimana Efisiensi kompor pada kompor surya tipe kotak dengan penambahan 3 cermin reflektor lebih tinggi dibandingkan kompor surya tipe kotak dengan cermin tunggal. Dilihat grafik Efisiensi kompor pada kompor dengan penambahan 3 cermin dari hasil perhitungan Efisiensi yang dihasilkan besaran nya 17.36 % dan waktu tertinggi pada jam 13.00 lebih besar hasil perhitungan dibandingkan kompor cermin tunggal besarnya 9.89 % dan waktu tertinggi pada jam 13.00

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan kompor surya tipe kotak dengan penambahan cermin reflektor ini sebagai berikut :

- 5.1.1 Selama pegujian dilaksanakan pada alat kompor surya tipe kotak terjadi peningkatan temperatur, suhu ruang, suhu air, suhu plat, dan intensitas radiasi matahari. dan hasil perhitungan dan analisa data menunjukkan terjadinya peningkatan pada daya kompor (P). Daya kompor (P) maksimum yang dihasilkan kompor surya tipe kotak pada jam 12.35 wib sebesar 518.02 Watt untuk kompor penambahan 3 cermin, dan daya maksimum cermin tunggal pada jam 12.35 wib sebesar 486.66 Watt.
- 5.1.2 Efisiensi yang tertinggi dihasilkan kompor surya tipe kotak diambil pada jam 12.35 sd 13.00 wib yaitu 10.81 % - 17.36 %. Efisiensi dihasilkan oleh kompor dengan penambahan cermin lebih tinggi dibandingkan kompor surya cermin tunggal yaitu sekitar 7.74 % - 9,89 %. Efisiensi rata-rata 7.74% dan 10.81 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Archie W. Culp Jr. Ir. Irwin Sitompul, M. Eng.. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*,1991. Penerbit Airlangga Jakarta.
- Dewan Riset Nasional. *Agenda Riset Nasional*. 2009
- H P Garg, J Prakash. *Solar Energy Fundamentals and Applications*. 2004. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Ismail Isa Rikoko, Dr. Isa Garba, *Comparative Analysis on Solar Cooking Using Box Type Solar Cooker With Finned Cooking Pot*. 2013. Internal Jurnal of Modern Research (IJMER) Vol. 3, Issue, May-June. Pp-1290-1294.
- John A. Duffie, William A. Beckman, *Solar Engineering of Thermal Processes*. Fourth Edition. 2013. Published by John Wiley and sons, Inc. Hoboken, New Jersey Canada
- Mills A.F., *Heat Transfer*,2004. Prentice Hall, New Jersey.
- Reynold, Perkins.. *Termodinamika Teknik*. 1996. Edisi kedua, Erlangga Jakarta.
- R. S. Mishra, S. P. Prakash., *Evaluation of solar cooker thermal performance using different insulating materials*,1984. International Journal of Energy Research vol.8 (4): pp. 393-396.
- S.C. Mullick, T.C. Kandpal dan K. Saxena. *Thermal Test Procedur For Box Type Solar Cookers*. 1987. Indian Institue of Technology. Delhi, New Delhi. Solar Energi Vol. 39, No. 4, pp353-360.
- Sri Shali Habibulla. *Non-Conventional Energy Sources*, 2005, State Institute of Vocational Education, Govt. Of Andhra Pradesh, Hyderabad

