

SUBMISSION 26

Proses Pembuatan Rangka Konstruksi Concentrated Solar Power Skala Laboratorium Tipe *Ground Base*

Hanief Rizki Akmal¹ dan Dwi Rahmalina¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, 12640, Jakarta, Indonesia

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rangka konstruksi tipe *ground base* dan bertujuan untuk mengetahui kinerja dan fungsi dari rangka konstruksi tipe *ground base*. Pemanfaatan salah satu potensi alam sangat melimpah adalah energi tenaga matahari. Teknologi *Concentrated Solar Power (CSP)* adalah sebuah proses yang berfungsi menangkap radiasi sinar matahari dan memfokuskan sinar matahari ke satu titik yaitu *parabolic dish*, *Concentrated Solar Power (CSP)* skala lab dilengkapi dengan *Thermal Energy Storage (TES)* dan *Free Piston Stirling Engine (FPSE)* serta dilengkapi dengan *solar tracking system*. Metode perancangan yang digunakan adalah metode *Design for manufacture and assembly (DFMA)*, dimana setiap proses pengerjaan alat mengacu pada *standard operation procedure (SOP)* yang sudah ditentukan dan pada proses perakitan dikerjakan secara berurutan sesuai dengan *operation process chart (OPC)*. permesinan yang digunakan yaitu mesin bubut, gerinda, milling, las listrik. Proses pembuatan ini yaitu proses pembuatan rangka konstruksi *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base*. Pada langkah pertama yaitu mempersiapkan desain yang akan dibuat dengan ukuran skala laboratorium, menyiapkan alat dan bahan, membuat memperhitungkan ketelitian agar komponen-komponen dapat terpasang dengan baik, terakhir melakukan inspeksi atau pengecekan setelah konstruksi rangka dibuat. Komponen yang terdapat pada alat ini terdiri dari komponen yang dibuat, dalam pembuatan konstruksi rangka CSP terdapat 62 proses pengerjaan dengan waktu pengerjaan mencapai 502 menit.

Kata Kunci-Design for manufacturing assembly; Ground base; Konstruksi rangka.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan listrik di Indonesia sudah menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat. Akan tetapi penyebaran penduduk yang tidak merata serta masih banyak daerah terpencil yang menjadikan kendala utama untuk melakukan pendistribusian pembangkit listrik ke setiap pelosok negeri kita ini. Maka wajar kalau kita masih banyak menjumpai masyarakat di pedesaan, pesisir pantai dan daerah pegunungan yang belum merasakan penerangan listrik karena tidak terjangkau oleh pembangkit listrik negara (PLN). Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan listrik dan penanggulangan sulitnya mendapatkan listrik di sebagian daerah, maka diperlukan suatu inovasi baru yaitu energi alternatif. [1]. Teknologi *Concentrated Solar Power (CSP)* adalah sebuah proses yang berfungsi menangkap radiasi sinar matahari dan memfokuskan sinar matahari ke satu titik yaitu *parabolic dish*. [2].

Salah satu komponen yang sangat penting ialah rangka konstruksi. Rangka konstruksi *parabolic disc* adalah suatu bagian pondasi dalam membuat *Concentrated Solar Power (CSP)* tipe *ground base* yang memiliki fungsi untuk menahan beban keseleruhan komponen dan dirancang secara sederhana agar mampu meletakkan semua komponen yang ada. [3]. Proses manufaktur merupakan langkah-langkah yang sangat penting dilakukan untuk membuat komponen suatu mesin atau suatu produk dari bahan baku mentah diubah menjadi produk akhir, dari penelitian sebelumnya yang membahas mengenai rangka konstruksi tipe *parabolic dish*, tidak terdapat dudukan *dollar tracking* dan dudukan untuk parabola dengan dimensi yang kecil. Proses manufaktur pada penelitian kali ini, salah satu prosesnya yaitu proses pengrollan untuk membuat dudukan *parabolic* dengan dimensi yang lebih besar, adapun tambahan dari penelitian kali ini yaitu membuat manufaktur untuk dudukan *solar tracking*. [4] Tujuan dari pembuatan rangka konstruksi *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base* ini adalah untuk membuat rangka yang terstruktur, mudah digunakan, dan mudah dilakukan *maintenance* untuk perawatannya. [5]

2. METODOLOGI

Secara umum dapat dijelaskan dalam skema untuk diagram alir dari proses pembuatan rangka konstruksi *concentrated solar power* tipe *parabolic dish* akan dilakukan seperti pada Gambar 1.

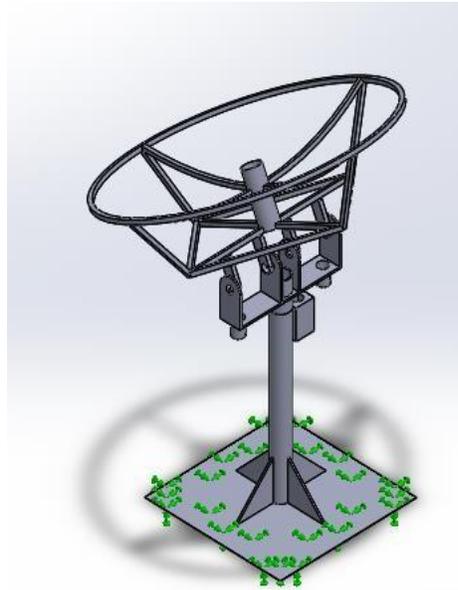
¹Corresponding author: hanifrizkiakmal10@gmail.com



Gambar 1. Diagram alir penelitian

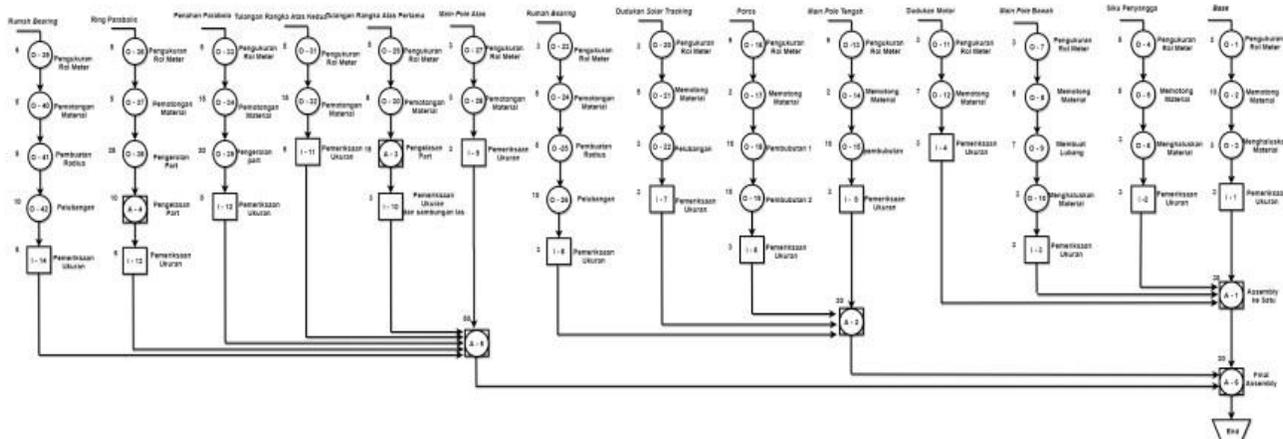
Berikut adalah penjelasan dari tahapan yang dilakukan dalam diagram alir penelitian:

Langkah-langkah yang dilakukan pada proses pembuatan rangka konstruksi *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base* yaitu memulai proses pembuatan dengan mengikuti setiap tahapan alur yang ada pada *flowchart*, lalu untuk mendapatkan hasil yang maksimal perlu dilakukan Identifikasi masalah dalam penelitian yang akan dibuat. Identifikasi masalah juga merupakan mempelajari masalah suatu objek penelitian dan mencari solusi untuk memecahkan masalah tersebut. Dalam mengidentifikasi masalah ini hasil studi sebelumnya dilakukan agar proses manufaktur mendapatkan hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Sehingga alat yang dihasilkan dapat berguna dan sesuai dengan kebutuhan. Identifikasi masalah ini bertujuan untuk mencari kekurangan dan kelebihan dari hasil penelitian sebelumnya. Tahap selanjutnya yaitu melakukan studi literatur dengan mencari referensi yang berasal dari jurnal, buku-buku, skripsi dan tesis untuk mendapatkan informasi mengenai alat dan bahan yang baik untuk digunakan. Setelah mendapatkan data-data yang akurat proses selanjutnya ialah menyiapkan alat dan bahan yang digunakan saat proses manufaktur pembuatan rangka konstruksi *concentrated solar power* tipe *ground base*. Alat dan bahan sendiri didapatkan dari *bill of material* (BOM) hasil perancangan. Adapun alat yang digunakan yaitu mesin gerinda, mesin frais/milling, mesin bor tangan, *cutting machine*, mesin las listrik, mesin *bending* dan bahan yang digunakan adalah besi silinder, besi hollow. Setelah menyiapkan alat dan bahan dilakukan proses manufaktur yang terdiri dari proses pelubangan, pemotongan, pengerolan dan pengelasan yang menggunakan mesin milling, gerinda tangan, mesin las dan mesin roll. Setelah dilakukan proses manufaktur rangka konstruksi *concentrated solar power* tipe *ground base* adalah pengujian fungsional. Pada tahap ini dilakukan proses pengujian fungsional setiap komponen untuk mengetahui apakah rangka alat konstruksi *concentrated solar power* tipe *ground base* sudah dapat berfungsi dengan baik dan aman. Jika ada ketidaksesuaian fungsi pada komponen maka akan kembali ke proses manufaktur untuk dilakukan perbaikan. Dalam pengujian fungsional, terdapat pengukuran untuk mengetahui apakah ukuran rangka alat yang dibuat sudah sesuai gambar kerja atau belum dan juga uji fungsi yang bertujuan untuk mengetahui apakah rangka sudah dapat berfungsi sebagaimana mestinya atau masih ada kekurangan. Setelah itu dilakukan analisa fungsional untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari Data analisa penting untuk mengetahui sejauh mana tingkat keberhasilan pembuatan alat ini mulai dari perancangan sampai proses manufaktur. Dari setiap proses yang dilakukan, didapatkan hasil dari penelitian tersebut yang dijadikan kesimpulan. Membuat laporan Akhir dari hasil Pembuatan dimulai dari latar belakang sampai dengan kesimpulan.



Gambar 3. Desain konstruksi rangka *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base*

Operation process chart (OPC) adalah salah satu teknik yang paling penting dalam perencanaan produksi, karena dalam suatu produksi diagram alir digunakan dalam berbagai cara sebagai gambaran perencanaan dan pengendalian, manfaat *operation process chart* (OPC).[8]



Keterangan			
Simbol	Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
○	operasi	42	295
□	inspeksi	14	42
◻	assembly	6	165
Total		62	502

Gambar 4. *Operation Process Chart* (OPC)

Pada keterangan gambar diatas yang membahas tentang *Operation Process Chart* (OPC), dimana peneliti dapat mengetahui proses apa saja yang dilakukan dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengetahui proses pengerjaannya, seperti pada

proses operasi yang terdiri dari pelubangan, pemotongan, pengrollan, pengukuran, dan pembubutan, serta terdiri 42 operasi membutuhkan waktu 295 menit. Lalu pada tahapan inspeksi atau pengecekan membutuhkan 14kali inspeksi per komponen dengan waktu 42 menit. Pada proses *assembly* atau penggabungan yang dilakukan sebanyak 6 kali membutuhkan waktu 165 menit.

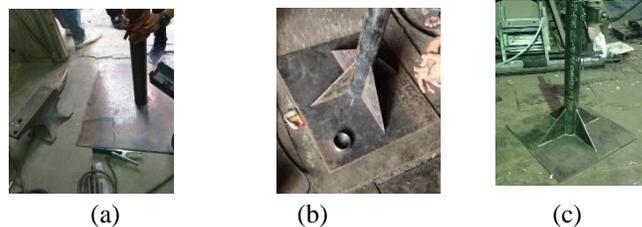
Tabel 1. komponen rangka konstruksi CSP *type ground base*

No	Nama Komponen	Jumlah	Material	Keterangan
1.	<i>Rangka bagian bawah</i>	1 bagian	<i>Plain carbon steel</i>	Dibuat
2.	<i>Rangka bagian tengah</i>	1 bagian	<i>Plain carbon steel</i>	Dibuat
3.	<i>Rangka bagian atas</i>	1 bagian	Besi plat	Dibuat
4.	<i>Shaft</i>	1pcs	Baja St.41	Dibuat

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui jumlah proses pembuatan rangka konstruksi *concentrated solar power* tipe *parabolic dish* adapun proses dalam pembuatannya terdiri dari 62 proses dengan jumlah waktu pengerjaan mencapai 502 menit sudah termasuk dengan proses yang dilakukan secara berulang.

A. Pembuatan *rangka bagian bawah*

Langkah awal pada pembuatan rangka bagian bawah yaitu menyiapkan alat dan bahan dimana alat yang digunakan antara lain mesin gerinda, meteran, mistar, siku, mesin frais/*milling*, mesin las dan bahan yang digunakan adalah besi silinder dengan diameter 89mm tebal 11mm panjang 750mm dan besi plat dengan tebal 5mm dan 3mm selanjutnya yaitu melakukan proses pemotongan pengelasan untuk akhirnya di *assembly* dengan menggunakan mesin las (lihat gambar 5).



Gambar 5. Rangka bagian bawah: (a) penyambuan base dengan main pole (b) pengelasan sirip (c) pengelasan dudukan motor

B. Pembuatan *rangka bagian tengah*

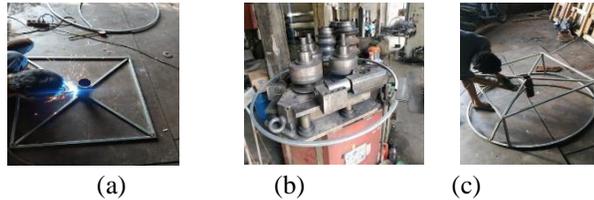
Rangka bagian tengah atau yang berfungsi sebagai dudukan *solar tracking* Pada langkah pertama yaitu menyiapkan material seperti besi silinder dengan ukuran diameter 89mm dengan panjang 230mm dan besi plat dengan tebal 3mm adapun alat yang digunakan antara lain mesin gerinda, meteran, mistar, siku, mesin frais/*milling*, mesin las selanjutnya yaitu melakukan proses pemotongan pengelasan untuk akhirnya di *assembly* dengan menggunakan mesin las (lihat gambar 6).



Gambar 6. rangka bagian tengah : (a) pelubangan (b) penyambungan dudukan solar tracking

C. Pembuatan rangka bagian atas

Rangka bagian atas atau yang berfungsi sebagai penahan parabolic dish pada langkah pertama yaitu menyiapkan material seperti besi silinder dengan ukuran diameter 89mm dengan panjang 150 mm dan besi hollow ukuran 2mm × 2mm dengan tebal 1,6mm adapun alat yang digunakan antara lain mesin gerinda, meteran, mistar, siku, mesin roll, mesin las selanjutnya yaitu melakukan proses pemotongan pengelasan untuk akhirnya di assembly dengan menggunakan mesin las.



Gambar 7. Rangka bagian atas : (a) pengelasan hollow dengan silinder (b) pengerolan (c) pengelasan

D. Pembuatan shaft

Melakukan pengukuran material sesuai dengan desain yang sudah dibuat oleh tim perancangan dan proses pembubutan agar selanjutnya masuk ke proses pemotongan menggunakan *cutting wheel* dan mesin bubut.



Gambar 8. Pemotongan material dengan mesin *cutting*

Langkah selanjutnya yaitu masuk kedalam proses pembubutan sesuai dengan desain yang sudah ditentukan (lihat gambar 8).



Gambar 8. Hasil proses pembubutan

Dalam pengujian fungsional yang telah dilakukan pada masing-masing komponen seperti parabola berlapis polimer perak, pengunci ketinggian, pengunci putaran, rangka untuk memutar parabola berfungsi dengan sebagai mana dengan syarat fungsinya karena telah dilakukan pengecekan seperti:

1. Pengukuran, pengujian pengukuran bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran rangka CSP yang dibuat sudah sesuai gambar kerja atau belum. Dalam pengujian ini didapat ukuran yang sesuai antara gambar pada *design* dengan rangka asli. Perhitungan ukuran dilakukan untuk mengetahui kesalahan ketika proses pengerjaan. Metode yang digunakan adalah pengukuran.

Tabel 2 Dimensi Pengukuran Rangka

Keterangan	Dimensi Pada <i>Design</i>	Dimensi Pada <i>Real</i>
Panjang	1.300 mm	1.300 mm
Lebar	1.300 mm	1.300 mm
Tinggi	1.860 mm	1.860 mm

- Uji Fungsi, setelah melakukan pengujian pengukuran, langkah selanjutnya menguji fungsi dari rangka. Uji fungsional bertujuan untuk mengetahui apakah rangka sudah dapat berfungsi sebagaimana mestinya atau masih ada kekurangan. Hasil dari uji fungsi ini yaitu terpasangnya komponen-komponen seperti motor listrik, dudukan *bearing*, poros dapat terpasang dengan baik.

ANALISIS BIAYA

Dalam proses manufaktur alat sistem *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base* diperlukan sebuah rancangan anggaran biaya guna untuk memonitoring pengeluaran dalam pembelian material ataupun biaya tenaga kerja. Berikut adalah data rancangan anggaran biaya untuk alat sistem *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base*

Tabel 3. Rancangan anggaran biaya komponen

No	Komponen	Jumlah	Harga
1.	Pipa besi Ø89 mm Sch 40 × 1450 mm	1 batang	Rp 360.000
2.	Pipa besi Ø40 mm Sch 80 × 150 mm	1 batang	Rp 37.500
3.	Pipa besi Ø60 mm Sch 40 × 400 mm	1 batang	Rp 150.000
4.	Besi pejal Ø20 mm × 1.000 mm	1 batang	Rp 15.000
5.	Hollow 20 mm × 20 mm	3 batang	Rp 320.000
6.	Plat besi 8 mm × 400 mm × 400 mm	1 lembar	Rp 285.000
7.	Plat besi 5 mm × 1110 mm × 610 mm	1 lembar	Rp 356.250
8.	Plat besi 2 mm × 70mm × 20 mm	1 lembar	Rp 10.000
9.	Ball bearing 6208 ZZ	1 pcs	Rp 47.000
10.	Tappered bearing 30208	1 pcs	Rp 39.000
11.	Ball bearing 6804 ZZ	4 pcs	Rp 88.000
12.	Pillow block Ø80 mm	4pcs	Rp 270.000
Total Biaya			Rp 1.977.750

Tabel 4. Rancangan anggaran biaya total

No	Kegiatan	Anggaran
1.	RAB pembelian komponen	Rp 1.977.750
2.	RAB pemesanan	Rp 4.350.000
3.	RAB material habis pakai	Rp 84.000
Total Biaya		Rp. 6.411.750

Berdasarkan tabel 6 harga rangka konstruksi *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base*, yaitu sebesar Rp 6.411.750,- .

KESIMPULAN

Proses pembuatan ini yaitu proses pembuatan rangka konstruksi *concentrated solar power* skala laboratorium tipe *ground base*. Pada langkah pertama yaitu mempersiapkan desain yang akan dibuat dengan ukuran skala laboratorium, menyiapkan alat dan bahan, membuat memperhitungkan ketelitian agar komponen-komponen dapat terpasang dengan baik, terakhir melakukan inspeksi atau pengecekan setelah konstruksi rangka dibuat. Komponen yang terdapat pada alat ini terdiri dari komponen yang dibuat, dalam pembuatan konstruksi rangka CSP terdapat 62 proses pengerjaan dengan waktu pengerjaan mencapai 502 menit. Anggaran biaya bahan baku komponen yaitu mencapai angka sebesar Rp 1.977.750,-, anggaran biaya untuk permesinan sebesar Rp 4.350.000,- dan biaya material habis pakai sebesar Rp 84.000. Sehingga hasil akhir biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 6.411.750,-.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan dan penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin Universitas Pancasila Jakarta atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini. Dan juga kepada Reza Abdu Rahman, M.T yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rusman, "Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 84–90, 2017.
- [2] K. Lovegrove and W. S. Csiro, "Introduction to concentrating solar power (CSP) technology," *Conc. Sol. Power Technol. Princ. Dev. Appl.*, vol. 2, pp. 3–15, 2012.
- [3] F. S. Rudini, "Perancangan Fasilitas Kerja Proses Pengelasan Yang Ergonomis Dengan Menggunakan Metode Design For Manufacture And Assembly (DFMA) Di Bengkel Las Wen," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 1, pp. 9–15, 2019.
- [4] S. Kalpakjian and S. Schmid, *Manufacturing Engineering and Technology*, 6 th. India: Pearson, 2009.
- [5] G. . Hasibuan Y.k, Rambe, "Rancangan Perbaikan Stopcontact Melalui Pendekatan Metode DFMA (Design For Manufacturing And Assembly) pada PT. XYZ," *E-Jurnal Tek. Ind. FT USU*, vol. 1, no. 2, pp. 34–39, 2013.
- [6] G. Boothroyd, P. Dewhurst, and W. Knight, *Product Deisgn for Manufacture and Assembly*, 3 th. United Stated: CRC Press, 2011.
- [7] A. Rachmi, T. D. Susanto, and A. Herdiyanti, "Pembuatan Standard Operating Procedure (SOP) Service Desk Berdasarkan Kerangka Kerja Itil V3 dengan Menggunakan Metode Analisis Gap Layanan (Studi Kasus : PT .XYZ, Tangerang)," *J. Tek. Pomits*, vol. 3, no. 2, pp. 175–180, 2014.
- [8] A. Laksmi, R. N. Rachmadita, and R. Sandora, "Desain Proses Produksi Survival Knife dengan Metode Operation Process Chart di Perusahaan Manufaktur," *Proc. Conf.*, vol. 2, no. 1, pp. 2–5, 2018.