

Penerapan Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar pada Pabrik Pemanggangan Anoda PT INALUM

Windi Febbiyana[#], Sigit Kurniawan^{*}, Maizal Isnen[#], Seto Anugrah

[#] Department, Politeknik Jambi, Jln. Lingkar Barat 1, Bagan Pete Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi, 36361, Indonesia
E-mail: Politeknikjambi.ac.id

Abstract— Measuring instrumentation equipment plays an important role. The results of measurements made by several similar measuring instruments do not necessarily show the same results, even though these tools have the same type. The accuracy of all measuring instruments will decrease over time. However, the decrease in accuracy is also caused by the presence of electricity or a hazardous environment. These changes depend on the type of instrument and the environment in which it is used. In order for the instrument to have accuracy in measuring, it is calibrated. Calibrate the solar flowmeter using a recalibrated standard measuring vessel calibrator. Calibration is done by taking flow rate data on the flowmeter which is compared with the measurement results on the standard calibrator. The results of characterization based on the calibration show that the average error reading is 0.01% so that the tool is ready for use.

Keywords— Calibration, Calibrator Standard, Flowmeter, Measuring Vessel.

Abstrak— Peralatan instrumentasi alat ukur sangat berperan penting. Hasil pengukuran yang dilakukan oleh beberapa alat ukur yang sejenis belum tentu menunjukkan hasil yang sama, meskipun alat tersebut memiliki kesamaan tipe. Keakuratan semua alat ukur akan menurun dari waktu ke waktu. Namun, penurunan akurasi juga disebabkan oleh adanya aliran listrik atau lingkungan yang berbahaya. Perubahan tersebut bergantung pada jenis instrumen dan lingkungan tempat dimana alat itu digunakan. Agar alat instrument tersebut memiliki keakuratan dalam pengukuran dilakukan kalibrasi. Mengkalibrasi *flowmeter* solar menggunakan standar kalibrator bejana ukur yang telah ditera ulang. Pengkalibrasian dilakukan dengan cara pengambilan data laju aliran pada *flowmeter* yang dibandingkan dengan hasil pengukuran pada standar kalibrator. Hasil karakterisasi berdasarkan kalibrasi menunjukkan bahwa pembacaan error rata-rata 0.01% Sehingga alat siap untuk digunakan.

Kata kunci— Bejana Ukur, *Flowmeter*, Kalibrasi, Standar Kalibrator

I. PENDAHULUAN

Peralatan instrumentasi terutama alat ukur sangat berperan penting pada perusahaan industri maupun global industri lainnya. Hasil pengukuran yang dilakukan oleh beberapa instrumen alat ukur yang sejenis belum dapat dikatakan menunjukkan hasil yang sama, meskipun alat tersebut memiliki

kesamaan spesifikasi dan kegunaan. Ketelitian hasil pengukuran semua instrument alat ukur akan menurun dari waktu ke waktu. Namun, penurunan ketelitian juga banyak disebabkan oleh adanya aliran listrik atau lingkungan yang berbahaya bagi instrument alat ukur tersebut. Perubahan tersebut bergantung pada jenis instrumen alat ukur dan lingkungan tempat dimana alat tersebut digunakan.

Test dan pengukuran instrumen digunakan secara ekstensif dalam modern manufaktur dan pengolahan organisasi. Ketepatan pengukuran dibuat oleh instrumen ini memiliki dampak langsung pada kualitas produk atau layanan yang disediakan oleh organisasi. Perkembangan terakhir di lapangan kualitas bersertifikat dan sistem manajemen mutu, sistem manajemen K3 dan baku mutu lingkungan, yaitu pendaftaran standar ISO 9001, (PT INALUM, 2015b) ISO 14001 (PT INALUM, 2015a) dan ISO yang lainnya mengharuskan pengujian dan pengukuran peralatan secara berkala dikalibrasi menggunakan standar pengukuran yang mengacu ke sistem pengukuran internasional.

Agar setiap instrument ukur dapat memberikan hasil pengukuran yang sama, instrument ukur tersebut perlu memiliki ketertelusuran standar nasional atau internasional. Cara untuk membuktikan bahwa alat yang digunakan memiliki ketertelusuran pada standar nasional atau internasional adalah dengan melakukan kalibrasi. Contohnya *flowmeter* yang digunakan dalam kurun waktu tertentu akan mengalami pergeseran hasil pengukuran karena waktu dan kondisi lingkungan. *Flowmeter* ini dikalibrasi mempunyai tujuan untuk melakukan konfirmasi dan mengembalikan pergeseran dan penyimpangan pembacaan akurasi *flowmeter*. Cara kalibrasi *flowmeter* dilakukan melalui proses verifikasi dengan cara membandingkan dengan *flowmeter* standar dan *flowmeter* dilapangan yang digunakan biasanya ke standar nasional yang mengacu pada Metrology Indonesia.

Untuk mengatasi permasalahan diatas, penulis akan membuat alat test kalibrasi *flowmeter* solar menggunakan Bejana Ukur yang telah di tera ulang sebagai standar ukur yang diharapkan dapat mempermudah proses kalibrasi *flowmeter* solar agar tidak terdapat penyimpangan dalam perhitungan yang berjudul “Pembuatan Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar di Pabrik Pemanggangan Anoda PT INALUM”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Ada beberapa alat ukur laju aliran (*flowmeter*) yang digunakan untuk menghitung dan mengukur laju aliran yang melewati masing-masing percabangan pipa. Keakurasian pembacaan

alat ukur tersebut dapat ditentukan dari nilai ketidakpastian alat ukur (*Uncertainty*). Nilai ketidakpastian alat ukur dapat diperoleh melalui kegiatan kalibrasi (Asy'ari, 2014). Kalibrasi merupakan serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrument bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran ukur dalam kondisi tertentu (ISO/IEC Guide 17025:2005). (KIM LIPI, 2016)

Semakin berkembangnya kebutuhan pengukuran khususnya dibidang aliran fluida mendorong semakin meningkatnya kebutuhan jenis instrumen alat ukur serta kebutuhan laboratorium uji dan kalibrasi yang lebih optimal. Pengukuran (*measurement*) merupakan seperangkat kegiatan untuk menentukan kuantitas obyek. Mengukur adalah suatu proses *empiric* dan obyektif pada sifat-sifat obyek maupun kejadian nyata. Sehingga angka dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai obyek maupun kejadian. Kalibrasi (*calibration*) adalah kegiatan untuk menunjukkan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukurnya (yang telah diketahui nilainya) yang mampu telusur (*tractable*) ke standar nasional maupun internasional. (Maulana, 2016b)

- Komponen Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar

1. Solar

Solar adalah jenis bahan bakar yang dihasilkan melalui proses pengolahan minyak bumi, minyak mentah tersebut dipisahkan fraksi-fraksinya dalam proses pemisahan bahan kimia dengan titik didih 250°C sampai 300°C. (Reval, 2015).



Gambar 1. Solar

Solar merupakan bahan bakar minyak (BBM) jenis solar yang memiliki angka performa cetane number 45. Jenis BBM ini umumnya digunakan untuk mesin transportasi mesin diesel yang biasa dipakai dengan sistem injeksi pompa mekanik (injection pump) dan elektronik injektion. Minyak solar ini banyak digunakan untuk berbagai jenis kendaraan bermotor, transportasi dan mesin-mesin industri lainnya. (Manalu, 2020)

2. Pompa

Pompa adalah jenis mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida satu tempat lain melalui pipa. Pompa mengubah energi mekanik roda yang berputar dengan menggerakkan sudut-sudut pompa menjadi energi kinetik dan tekanan.

Pompa adalah peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan suatu cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan bertekanan tinggi dan juga dapat mempercepat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan. (Yana, 2017).



Gambar 2. Pompa Motor

3. Flowmeter

Flowmeter merupakan alat untuk mengukur laju aliran atau jumlah fluida yang mengalir dalam suatu pipa tertutup atau saluran terbuka seperti gorong-gorong atau parit. Aplikasi flowmeter banyak digunakan untuk mengukur karakter aliran berupa kecepatan aliran, kapasitas maupun volume. Sebagai alat ukur maka flowmeter punya *variable* sangat penting yaitu tingkat ketelitian dari flowmeter yang digunakan. (Mitra Abadi, 2019).



Gambar 3. Flowmeter

4. Valve

Valve (katup) adalah suatu alat yang digunakan untuk mengatur, mengarahkan atau mengendalikan aliran cairan dengan cara membuka, menutup, atau menutup sebagian dari katup alirannya. Valve (katup) dapat dioperasikan secara manual, baik oleh pegangan, pedal tuas dan lain-lain, dapat juga dioperasikan secara otomatis

dengan menggunakan prinsip perubahan aliran tekanan, suhu dan lain-lain. (Kokai, 2018)



Gambar 4. Valve

5. Bejana Ukur

Bejana ukur adalah standar dari alat ukur volume yang digunakan untuk menguji alat ukur volume lainnya atau wadah untuk mengetahui kurang lebihnya takaran cairan BBM (Bahan Bakar Minyak) yang keluar dari *nozzle gun* mesin pompa dalam hitungan liter. Batas toleransi jika mengukur dengan bejana ukur 20 liter yaitu 0,0025 mililiter. (Forklift, 2017)



Gambar 5. Bejana Ukur

6. Push Button

Push Button adalah komponen elektronika yang mempunyai fungsi untuk menyambung dan

memutuskan arus listrik, push button ini merupakan kontak yang bekerja tanpa pengunci sehingga jika tekanan dilepaskan maka kontak akan kembali ke posisi semula atau bekerja menyambung dan memutuskan arus listrik hanya sementara.



Gambar 6. Push Button

7. Relay

Relay adalah suatu komponen alat yang digunakan dalam suatu rangkaian kontrol untuk melengkapi sistem pengontrolan yang otomatis. Relay berfungsi untuk memonitor besaran-besaran ukuran sesuai dengan batas – batas yang diinginkan.



Gambar 7. Relay

Relay merupakan satu alat electromagnet yang sederhana. Relay dapat terdiri dari sebuah kumparan atau solenoid, sebuah inti feromagnetik

dan sebuah armature yang dapat bergerak yang merupakan tempat terpasangnya kontak yang berfungsi sebagai penyambung dan pemutus. (Pradika, 2013).

8. Lampu Indikator

Lampu indikator merupakan sebuah alat penanda yang memiliki fungsi untuk menandakan suatu sistem dalam keadaan bekerja, berhenti atau terjadi gangguan. Lampu indikator mempunyai beberapa warna serta makna dan maksud tertentu yaitu : lampu tanda warna merah menandakan bahwa komponen dalam keadaan berhenti. Lampu tanda warna hijau menandakan bahwa komponen dalam keadaan siap kerja, sedangkan lampu tanda warna kuning menandakan bahwa komponen sedang terjadi gangguan.



Gambar 8. Lampu Indikator

III. METODE PENELITIAN

Dalam penulisan laporan proyek akhir ini, memiliki beberapa tahapan seperti pada gambar dibawah ini :

A. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah langkah untuk menemukan bukti-bukti adanya masalah yang terjadi dengan menunjukkan bukti yang ideal dan faktual. Mengenai latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, penelitian ini mengidentifikasi permasalahan yang terjadi diantaranya.

B. Study Pustaka

Study pustaka merupakan langkah pengambilan data yang diperlukan oleh penulis dengan mempelajari buku-buku, jurnal, website internet, dan laporan tugas akhir yang berkaitan dengan judul proyek akhir “ Penerapan Alat Test dan kalibrasi Flowmeter Solar pada Pabrik pemanggangan Anoda ”. selain itu penulis juga mencari komponen-komponen pendukung seperti,

solar, pompa, valve, flowmeter, bejana ukur. Yang menjadi referensi untuk masuk ke tahap selanjutnya.

C. Perancangan Alat

Perancangan alat test dan kalibrasi flowmeter solar memiliki beberapa tahapan yaitu, tahap perancangan alat, tahap persiapan skematik rangkaian, tahap persiapan bahan-bahan yang diperlukan

D. Pembuatan Alat

Pada proses pembuatan alat test dan kalibrasi flowmeter solar, penulis membuat gambar skematik rangkaian, skematik tersebut dibuat perkomponen untuk di hubungkan standar kalibratornya. Melihat banyaknya penggunaan kabel yang digunakan, penggunaan gambar akan sangat mudah dipahami.

E. Pengujian Alat

Tahap selanjutnya adalah pengujian alat, setelah proses skematik rangkaian dilakukan. Tahap ini juga merupakan kunci keberhasilan dari rangkaian yang telah dibuat. Pengujian tidak tertuju pada pengujian rangkaian saja, tetapi juga uji coba komponen yang akan digunakan. Pada tahap ini, penulis akan melakukan evaluasi dan melakukan koreksi terhadap kekurangan atau kesalahan pada rangkaian. Adapun pengujian yang dilakukan yaitu :

- Pengecekan kelengkapan komponen dan memastikan dalam keadaan hidup/berfungsi dengan baik.
- Pengujian alat yang akan digunakan.

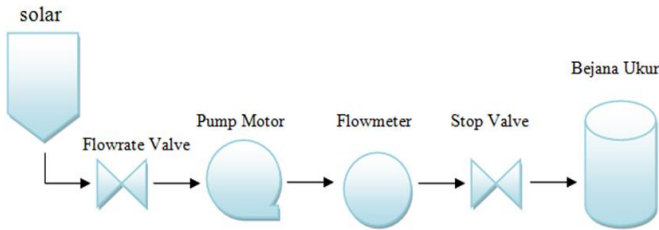
F. Pelaporan

Dalam tahap pembuatan laporan ini akan mencakup semua tahapan yang ada mulai dari studi pustaka berupa dasar-dasar teori yang berkaitan dengan rancangan kalibrasi, tahap pembuatan dan pengujian pada rangkaian alat yang digunakan.

3.1 Blok Diagram

Sebelum lanjut ketahap selanjutnya, berikut penulis menampilkan sebuah blok diagram yang menggambarkan bagian-bagian dari Alat Test dan kalibrasi Flowmeter Solar yang akan

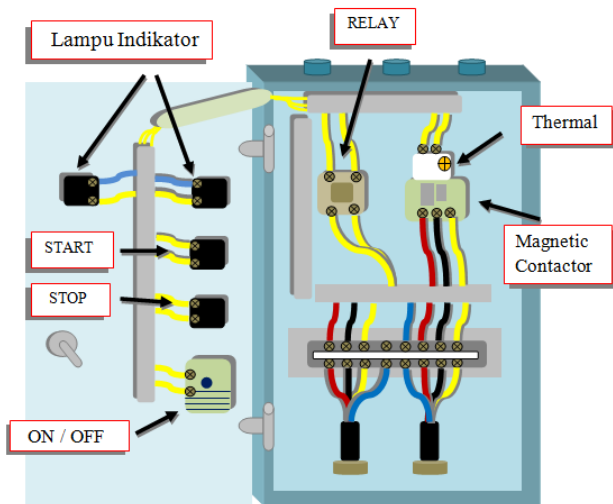
dibangun.



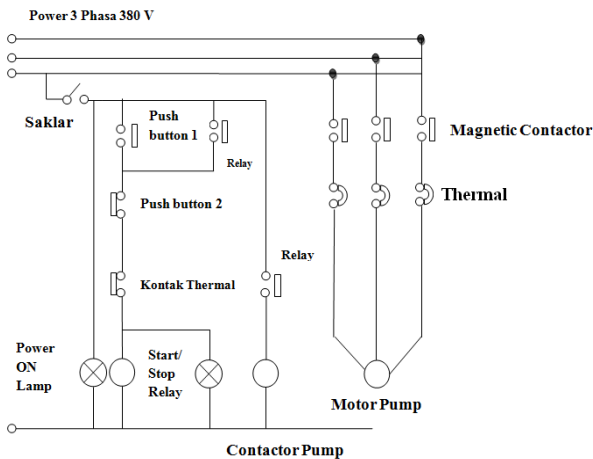
Gambar 9. Diagram Alir Alat Test dan Kalibrasi

3.2 Rancang Bangun Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar

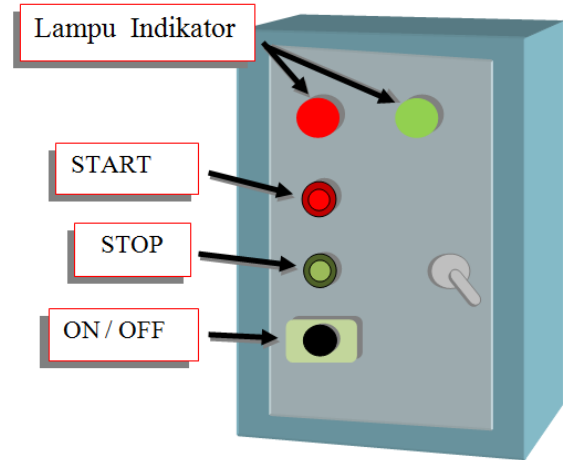
Rancang bangun pada alat ini akan dibuat mudah untuk dipahami. Beberapa komponen alat akan disusun dalam Box Panel yang memiliki ketahanan yang kuat dan memiliki ruang yang cukup besar, agar mempermudah dalam penyusunan komponen-komponen yang akan digunakan.



Gambar 10. Panel Motor Pompa Tampak Dalam



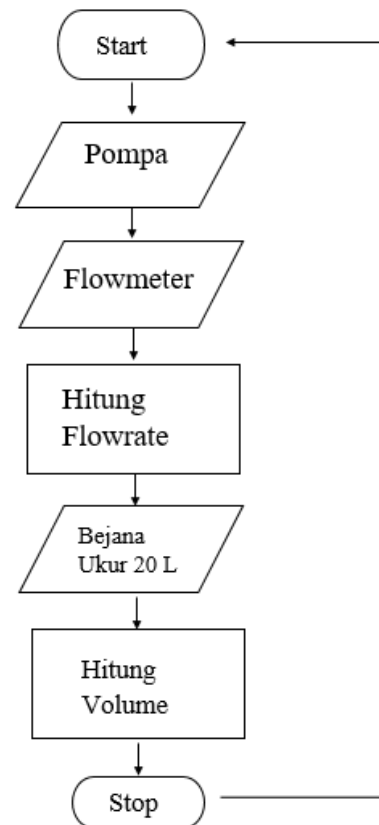
Gambar 10. Sistem Electrical Pompa Motor



Gambar 11. Tampak Luar Box Panel

3.3 Flowchart

Flowchart diagram alir digunakan untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai rapi dan jelas dengan menggunakan simbol-simbol standar, berikut ini adalah flowchart yang telah penulis buat.



Gambar 12. Flowchart Penerapan Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar

Dari *flowchart* diatas, awal mula kalibrasi dimulai dari menekan tombol *start* pada panel box kemudian motor pompa akan bekerja dengan mendorong solar menuju *flowmeter* untuk kemudian dihitung jumlahnya (*flowrate*), setelah itu solar akan menuju bejana ukur yang akan dihitung kembali jumlah solarnya (Volume dan persentase deviasi), matikan motor pompa dengan menekan tombol *stop* pada panel box, ulangi sampai beberapa kali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan

Setelah penulis melewati beberapa tahapan-tahapan dalam pembuatan, Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar. Akhirnya didapatkan hasil, sebuah alat yang dapat mengkalibrasi flowmeter solar yang berfungsi agar perhitungan aliran solar tidak mengalami penyimpangan atau selisih. Alat ini menggunakan standar kalibrator bejana ukur yang telah ditera ulang yang akan menghitung jumlah aliran solar yang melewati flowmeter. Komponen-komponen pendukung pada alat ini yaitu tangki solar berfungsi sebagai tempat penyimpanan solar, motor pompa berfungsi untuk mendorong solar menuju flowmeter, Box panel berfungsi untuk menghidupkan motor pompa, *valve* berfungsi sebagai katup agar aliran solar mengalir menuju bejana ukur, serta bejana ukur berfungsi sebagai tempat perhitungan akhir dari aliran solar.



Gambar 12. Rancang Bangun Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar

4.2 Pengujian Alat

Pengujian kalibrasi flowmeter solar ini dilakukan untuk mengetahui akurasi pembacaan aliran solar pada bejana ukur terhadap flowmeter dalam waktu tertentu.

4.3 Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian alat test yaitu :

1. Siapkan alat *flowmeter solar* yang akan dikalibrasi serta perhatikan spesifikasi pada *flowmeter* (L/h) dan alat untuk mengukurnya seperti pembanding *flowmeter* dan *stopwatch*.
2. Lakukan pengecekan terhadap kondisi lingkungan mulai dari suhu, kelembaban. Perhatikan ada tidaknya debu dan kotoran yang menempel pada alat ukur dan objek ukur.
3. Setel ulang *flowmeter* yang akan dikalibrasi mulai dari nol.
4. Buka *valve* pada tangki sesuai kapasitas yang dibutuhkan.
5. Putar sakelar pada posisi ON (pada panel box).
6. Tekan *start* pada box panel bersamaan dengan *stopwatch* untuk menghitung waktu. Motor pompa akan beroperasi memompa solar dari tangki, kemudian solar akan mengalir melalui *flowmeter* sampai ke bejana ukur.
7. Ketika sampai pada waktu yang ditentukan hentikan *stopwatch* bersamaan dengan tombol *stop* pada box panel dan *valve* pada tangki.
8. Hitunglah *flowrate*, deviasi dan persentasenya.

4.4 Pembahasan

Flowmeter yang diambil datanya dipilih yang mampu diaplikasikan pada tekanan tinggi. Fluida (solar) yang akan di cek dilakukan pengukuran atau kalibrasi dengan cara mengukur aliran aktual yang ditunjukkan melalui perhitungan aliran pada bejana ukur sebagai standar kalibrator.

Alat ini memiliki fungsi untuk mengukur besaran penggunaan solar sehingga bisa memperhitungkan kapasitas solar yang diperlukan.

Pengujian kalibrasi dilakukan sebanyak 3x dalam kurun waktu 1x pengujian selama 3 menit, alat test untuk mengkalibrasi flowmeter ini menggunakan 1 unit flowmeter dan 1 unit bejana ukur sebagai standar kalibrator hasilnya sangat baik. Sebelum melakukan kalibrasi flowmeter tersebut ditetapkan beberapa pembacaan awal dan akhir yang pada masing-masing pembacaan tersebut akan diukur aliran aktual yang terjadi dengan menggunakan perhitungan *flowrate* begitu juga dengan bejana ukur nya akan ditetapkan pembacaan awal dan akhir.

4.5 Cara kerja Alat Test dan Kalibrasi

Flowmeter Solar

Ketika pompa menyala, pompa akan mendorong solar yang akan mengalir dari tangki menuju bejana ukur. Solar akan melewati *flowmeter* untuk diukur jumlah solar yang mengalir menuju bejana ukur. Ketika sampai melewati Flowmeter hitung *flowrate* dan *persentase deviasi* setelah solar berada di bejana ukur. Jumlah solar yang melewati *flowmeter* sama dengan jumlah solar yang pada bejana ukur. Lakukan pengujian sebanyak tiga kali agar hasil terlihat bagus, jika setelah kalibrasi perhitungan masih terdapat penyimpangan maka lakukan pengejasan pada *flowmeter*, akan tetapi jenis *flowmeter* yang digunakan dalam alat ini tidak dapat di *adjust* sehingga jika terjadi kerusakan maka *flowmeter* harus diganti.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Terciptanya suatu alat yang dapat mengkalibrasi *flowmeter* solar agar tidak terjadi penyimpangan atau selisih ukuran solar yang mengalir.
2. Sebuah alat yang dapat mengkalibrasi flowmeter solar yang berfungsi agar perhitungan aliran solar tidak mengalami penyimpangan atau selisih. Alat ini menggunakan standar kalibrator bejana ukur yang telah ditera ulang yang akan

menghitung jumlah aliran solar yang melewati *flowmeter*.

3. Alat ini dibuat agar dapat menjaga perhitungan jumlah solar yang mengalir agar tetap stabil. Alat ini memiliki fungsi untuk mengukur besaran penggunaan solar sehingga bisa memperhitungkan kapasitas solar yang diperlukan.

Saran

Sebuah *prototype* alat yang dibangun memiliki kekurangan-kekurangan yang perlu dikembangkan, baik kekurangan *hardware* maupun *software*. Pemikiran untuk melakukan pengembangan biasanya dipengaruhi oleh ketersediaan perangkat keras (*hardware*) dan juga kemajuan dalam pengembangan perangkat lunak (*software*), serta kemampuan dalam mengembangkan alat tersebut. Penerapan Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar di Pemangangan Anoda yang dibuat masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Diharapkan untuk mencari referensi yang lebih banyak lagi dalam perkembangan Penerapan alat test dan kalibrasi flowmeter solar, terlebih lagi tentang flowmeter, motor pompa dan lain-lain.
2. Diharapkan adanya pengembangan lanjutan yang dapat memaksimalkan fitur yang dapat dikembangkan pada rancangan ini.
3. Diharapkan memilih komponen yang lebih baik, seperti flowmeter, serta komponen pendukung, agar keawetan alat tersebut dapat bertahan lama dan lebih aman digunakan dalam jangka waktu yang panjang.
4. Diharapkan untuk menambahkan komponen otomatis pada alat test terutama pada *valve* nya agar tidak membutuhkan banyak orang dalam melakukan kalibrasi sehingga waktu lebih cepat dan efisien

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, M. K. (2014). Kalibrasi. *kalibrasi flowmeter dalam aliran fluida pada sistem manifold*.
- Budi yanto, dkk. (2013). Pompa. *Perancangan sistem kontrol dan pengaman motor pompa air terhadap*

- gangguan tegangan dan arus berbasis arduino, 4 NO. 2, 80.
- Forklift, S. B. (2017). Defenisi Bejana Ukur. *Cara menggunakan bejana ukur 5/10/20 Liter*. Diambil dari <http://aldinosyah.blogspot.co.id>
- Irvan Siregar, M. (2011). Kalibrasi. *Teknik kalibrasi thermocouple type-k di PT Inalum Kuala Tanjung*.
- KIM LIPI. (2016). ISO/IEC Guide 17025:2005. *Quality, Indonesia Productivity And Institute*. Diambil dari <https://ipqi.org/definisi-kalibrasi/>
- Kokai, K. (2018). Defenisi Katup Valve. *Solusi lengkap katup industri*. Diambil dari www.valve.id
- Manalu, E. (2020). Minyak Solar. *Perancangan sistem pentakaran minyak tanah dan solar menggunakan sensor flowmeter berbasis arduino uno dengan tampilan android*, 7. Diambil dari <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/27193>
- Maulana, R. (2016a). Flowmeter. *Karakterisasi Flowmeter untuk laju aliran rendah pada sirkulasi alami di untai FASSIP-01*. Diambil dari jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- Maulana, R. dkk. (2016b). Kalibrasi flowmeter. *Karakterisasi Flowmeter untuk laju aliran rendah pada sirkulasi alami di untai FASSIP-01*, 2. Diambil dari <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek>
- Mitra Abadi, W. (2019). Defenisi Flowmeter. *Defenisi Flowmeter, Harga Flowmeter, Jenis, Kegunaan flowmeter Air, Tipe*.
- Muslim, aziz dkk. (2020). Bejana Ukur Standar. *Prototipe kontrol level bejana ukur standar berbasis arduino, sensor ultrasonik, dan AC control speed motor termodifikasi*, 12 (1), 29.
- Pradika, H. dkk. (2013). Relay. *Thermal Overload relay sebagai pengaman overload pada miniatur gardu induk berbasis progammable logic controller (plc) CP1E-E40DR-A*, 81.
- PT INALUM. (2015a). ISO 14001. *Manajemen Mutu, Lingkungan dan Kesehatan & Keselamatan Kerja*. Diambil dari <https://www.lr.org/id-id/iso-14001/>
- PT INALUM. (2015b). ISO 9001. *Manajemen Mutu*.
- Reval. (2015). Defenisi Solar.
- Tedjamaja, N. (2017). Defenisi Pompa.
- Turang, D. A. O. (2015). Relay. *Pengembangan Sistem relay pengendalian dan penghematan pemakaian lampu berbasis mobile*, 75.
- Yana, I Lingga dkk. (2017). pompa. *rancang bangun mesin pompa air dengan sistem recharging*, 8 NO. 2.