



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN INSTRUMENTASI UNTUK PERHITUNGAN
STANDAR DEVIASI DAN STANDAR ERROR BAROMETER
TABUNG BOURDON**

TUGAS AKHIR

**AFRIZAL OKKY WARDHANA
L0E009051**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
MARET 2013**

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

- Ketergesaan dalam setiap usaha membawa kegagalan. (*Herodotus*)
- Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua. (*Aristoteles*)
- Kebaikan tidak bernilai selama diucapkan akan tetapi bernilai sesudah dikerjakan.

Persembahan :

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayahnya-NYA
2. Nabi Muhammad SAW, sang suri tauladan bagi seluruh umatnya
3. Ayahanda dan Ibunda yang selalu memberikan doa dan dukungannya
4. Bapak Kornen yang membantu dan mensupport kami
5. Arditya Nurmawan, Nucky Triesnia Aquarista dan Ine Dwi Romdani, partner yang super sekali
6. Norma Sukmawati yang selalu memberikan doa dan dukungannya
7. Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang diberikan-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Penyusun merasa banyak mendapat saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak selama menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Zainal Abidin. MS, selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir. Sutomo, M.Si, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Drs. Wiji Mangestiyono, MT dan Drs. Indartono, M.Par M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Windu Sediono, ST selaku dosen wali angkatan 2009 kelas B.
5. Bapak dosen Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang telah memberikan perhatian dan ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Bapak Sugito Widodo yang telah membantu dalam mengurus surat-surat.
7. Mbak Wahyu Setiawati yang telah membantu dalam mengurus surat – surat.
8. Ayahanda dan Ibunda tersayang yang telah memberikan dukungan moril dan materiil sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini dengan baik.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini.

Akhirnya penyusun berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan para pembaca.

Semarang, Maret 2013

Penyusun

ABSTRAK

PERANCANGAN INSTALASI INSTRUMENTASI UNTUK MENGHITUNG STANDAR DEVIASI DAN STANDAR ERROR BAROMETER TABUNG BOURDON

Pada abad terakhir ini, banyak yang telah dituliskan tentang ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satunya yang sering terlihat dan mempunyai banyak peran penting adalah Proses kontrol Instrumentasi sebagai implementasi teknologi baru. Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah mahasiswa mampu mendesain dan membuat konstruksi alat untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung Bourdon, Mampu menganalisa performa dan unjuk kerja instrumentasi pengukuran tekanan serta mekanismenya.

Metodologi yang diterapkan memiliki 2 poin yaitu alat dan bahan pengujian instrumentasi untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon, pembuatan dan pengoprasian instrumentasi untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon. Berdasarkan perhitungan dari uji coba manometer dengan standart deviasi sebesar 2,33%, 2,3% dan 5,856% standart error manomter sebesar 1,039%, 1,31%, dan 2,487% memberikan arti tingkat kesalahan dari instrumentasi manometer uji masih bisa diterima dan manometer masih bisa digunakan pada tekanan tinggi.

Kata kunci : Instrumentasi, Standar Deviasi, Standar Error, Manometer.

ABSTRACT

DESIGNING INSTRUMENTATION INSTALLATION FOR CALCULATE STANDARD DEVIATION AND STANDARD ERROR BAROMETER BOURDON TUBE

In the last century, much has been written about science and technology. One of the frequently seen and has many important roles is Instrumentasi control process as the implementation of new technologies. The objective of this thesis is the student able to design and construct for calculating standard deviation and standard error barometer bourdon tube tool, able to analyze the performance and the performance of the pressure measurement instrumentation and mechanisms.

The methodology applied has 2 points which tools and materials testing instrumentation for calculating standard deviation and standard error barometer bourdon tube, manufacture and operator of instrumentation for calculating standard deviation standard error barometer bourdon tube. According to calculations from the trial manometer with a standard deviation of 2,33%, 2,3% and 5,856% manometer standard error of 1,039%, 1,31%, and 2,487% gives the sense of instrumentation manometer testing still accepted and still can be used at high pressure.

Keyword : Instrumentation, Standard Deviation, Standard Error, Manometer.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	
HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR.....	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	
ABSTRAKSI.....	
ABSTRACT.....	
DAFTAR ISI	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	
1.2 Alasan Pemilihan Judul	
1.3 Batasan Masalah.....	
1.4 Tujuan Penelitian.....	
1.5 Manfaat penelitian	
1.6 Metodologi.....	
1.7 Sistematika Laporan	
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Pengertian Dasar Instrumentasi	
2.2 Pengukur Tekanan	
2.3 Jenis – jenis Manometer	
2.4 Analisa Kerja	
BAB III METODOLOGI	
3.1 Alat dan Bahan	
3.2 Pembuatan dan perakitan alat.....	
3.3 Pengoprasian alat uji untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon	
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Manometer.....	
4.2 Analisa Kerja.....	
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	
5.2 Saran	
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada abad terakhir ini, banyak yang telah dituliskan tentang ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satunya yang sering terlihat dan mempunyai banyak peran penting adalah proses kontrol instrumentasi sebagai implementasi teknologi baru. Proses kontrol instrumentasi adalah teknologi yang menggunakan peralatan instrument untuk mengukur dan mengendalikan proses manufaktur. Dan instrumentasi adalah kajian tentang berbagai peralatan yang tersusun dalam suatu sistem kerja dan membentuk suatu kesatuan kerja dalam system tersebut. Proses kontrol instrumentasi sering digunakan dalam dunia perindustrian seperti pada industri makanan ringan, interior mobil, dan lain sebagainya.

Secara umum instrumentasi mempunyai 3 fungsi, yaitu sebagai alat analisis, alat kendali dan alat pengukur. Contoh dari instrumentasi sebagai alat analisis banyak dijumpai dibidang kimia dan kedokteran. Sementara itu instrumentasi sebagai alat kendali banyak ditemukan dalam bidang elektronika, industri dan pabrik – pabrik. Sedangkan instrumentasi sebagai alat pengukur meliputi instrument survey (statistik), pengukuran suhu, pengukur tekanan dan lain sebagainya.

Salah satu fungsi kontrol dasar yang diperlukan instrumentasi sebagai alat pengukur adalah pengukuran tekanan. Kontrol tekanan sangat penting karena banyak proses variabel ditetapkan oleh pengaturan tekanan. Kemampuan untuk melakukan pengukuran tekanan yang akurat sangat penting. Pengukuran tekanan yang tidak akurat dapat mengakibatkan kondisi yang dapat membahayakan untuk orang – orang, lingkungan, dan peralatan proses.

Pengukuran tekanan dapat menggunakan alat yang dinamakan *Manometer*. *Manometer* merupakan instrumen guna mengukur tekanan dari suatu fluida cair maupun gas, baik dalam pengukuran pada temperatur rendah hingga temperatur tinggi. Dalam memilih *manometer* harus disesuaikan dengan kapasitas dari reservoir yang digunakan.

1.2. Alasan Pemilihan Judul

Pemilihan judul “Perancangan Instrumentasi Untuk Perhitungan Standar Deviasi dan Standar Error Barometer Tabung Bourdon” didasarkan atas beberapa alasan sebagai berikut :

1. Mengembangkan dan menerapkan ilmu yang telah diperoleh dibangku kuliah, khususnya mengenai instrumentasi.
2. Merancang instalasi untuk perhitungan standard deviasi dan standar error barometer tabung bourdon sebagai bahan pengajaran praktikum metrologi dan instrumentasi.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis memfokuskan pada kajian dan analisa sebagai berikut:

1. Penulis tidak membahas tentang perhitungan sistem kelistrikan karena hanya digunakan untuk menghidupkan kompresor.
2. Penulis tidak membahas tentang Karakteristik dan perhitungan kompresor.
3. Instrumen tekanan yang digunakan adalah *Manometer*.
4. Pengujian tekanan untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon dilakukan pada bengkel tempat praktikum metrologi dan instrumentasi.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan studi pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Mampu mendesain dan membuat konstruksi alat instrumentasi pengukur standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon.
3. Mampu menganalisa performa dan unjuk kerja instrumentasi pengukuran standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon.
4. Mengetahui mekanisme kerja instrumentasi pengukuran standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon.
5. Mengembangkan wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi mahasiswa.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat Perancangan Instalasi Instrumentasi Perhitungan Standar Deviasi dan Standar Error Barometer Tabung Bourdon ini adalah :

1. Mengetahui perbedaan dan masalah – masalah yang terjadi dari penggunaan berbagai manometer dengan kualitas yang berbeda.
2. Mengembangkan kreatifitas dalam merancang alat atau rancang bangun.
3. Mampu menerapkan yang telah didapatkan pada bangku perkuliahan kedalam praktek yang sebenarnya.

1.6. Metodologi

Metode Penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode Penyusunan Akademis

a. Metode Bimbingan

Metode ini bertujuan untuk mendapatkan pengarahan dari dosen pembimbing dalam penyusunan sistematik laporan tugas akhir dan bentuk yang baik serta koreksi dan masukan materi selama proses pembuatan dan penyusunan tugas akhir.

b. Studi kepustakaan

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan topik tugas akhir yang dapat diambil dari literatur dan digunakan sebagai referensi.

2. Metode pelaksanaan program

Dalam perancangan alat “Perancangan Instrumentasi Untuk Perhitungan Standar Deviasi dan Standar Error barometer Tabung Bourdon”, penulis menerapkan beberapa metode pelaksanaan penelitian, yaitu:

a. Rancangan konseptual

Rancangan konseptual adalah suatu rancangan awal yang berupa gambar sketsa dasar perancangan yang didasarkan pada pemahaman konsep-konsep mekanik kincir angin untuk memecahkan masalah. Tahap ini didahului dengan identifikasi masalah yang dihadapi, kemudian menumbuhkan struktur fungsi dari masing-masing blok komponennya dan akhirnya menentukan cara yang paling tepat dan efektif.

b. Rancangan tata letak

Gambar-gambar sketsa rangka dan rangkaian mekanik yang sudah jadi kemudian dianalisa untuk menentukan tata letak yang terbaik agar alat tersebut dapat bekerja dengan efektif.

c. Rancangan detail

Tahap pembuatan rancangan detail yang sebelumnya dilakukan optimalisasi konsep dasar, tata letak dan bentuk, penyiapan daftar komponen dan dokumen produksi. Dan terakhir yaitu penyiapan gambar kerja disertai dengan bahan komponen yang sudah diperhitungkan keamanannya berdasarkan kekuatan bahan.

d. Persiapan alat dan bahan

Proses ini dimulai setelah selesainya rancangan detail. Alat-alat dan bahan yang diperlukan disiapkan secara keseluruhan.

e. Pembuatan Alat

Persiapan yang telah direncanakan dilaksanakan sesuai rancangan yang dibuat, kemudian membuat rangka komponen, merakit semua komponen lalu diuji kinerja. Bila dalam proses ini ada suatu kesalahan atau kekurangan pada alat, maka akan dilakukan perbaikan sampai alat ini dapat berfungsi dengan baik. Kemudian langkah terakhir adalah penyempurnaan alat.

f. Pengujian Alat

Perancangan Instalasi Instrumentasi Instrumentasi Untuk Perhitungan Standar Deviasi dan Standar Error Barometer Tabung Bourdon ini akan diuji bengkel praktikum metrologi dan instrumentasi.

1.7. Sistematika penyusunan Laporan

Untuk memperoleh gambaran tentang isi dari tugas akhir ini maka akan dikemukakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penulisan Tugas Akhir, metodologi penyusunan dan sistematika penyusunan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang pendekatan teoritis baik yang bersumber dari acuan pustaka maupun analisis penulis sendiri.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang tempat, metode dan tujuan pengujian, alat bantu uji, prosedur pengujian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang perhitungan yang berkaitan dengan objek setelah melaksanakan pengujian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB II DASAR TEORI

2.1. Pengertian Dasar Instrumentasi

Instrumentasi adalah kajian tentang berbagai peralatan yang tersdalem susun dalam suatu system kerja dan membentuk suatu system kerja dalam system tersebut. Sedangkan sistem instrumentasi yang digunakan untuk melakukan pengukuran adalah untuk memberikan suatu nilai numerik yang sesuai dengan variabel yang diukur. Sebagai contoh, thermometer dapat digunakan untuk memberikan suatu nilai numerik dari temperature sebuah cairan. Namun harus dipahami karena berbagai alasan, nilai numerik ini mungkin tidak mempresentasikan nilai variabel yang sebenarnya. Jadi, dalam kasus thermometer, sangat mungkin terdapat sejumlah eror pengukuran yang disebabkan oleh keterbatasan akurasi dalam kalibrasi skala, atau error pembacaan dikarenakan nilai pembacaan yang jatuh antara dua tanda sekala, atau mungkin juga terjadi error karena pencelupan thermometer dingin kedalam suatu cairan panas, yang menyebabkan terjadinya penutunan temperature cairan sehingga temperature yang sedangdiukur pun berubah. Dengan demikian, suatu system pengukuran akan dipandang memiliki masukan berupa nilai sebenarnya dari variabel yang sedang diukur, dan keluaran berupa nilai variabel yang terukur.



Gambar 2.1. Beberapa contoh sistem instrumentasi : (a) Pengukuran Tekanan, (b) *speedometer* (c) pengukuran laju alir (Wibisono, 2000: 2)

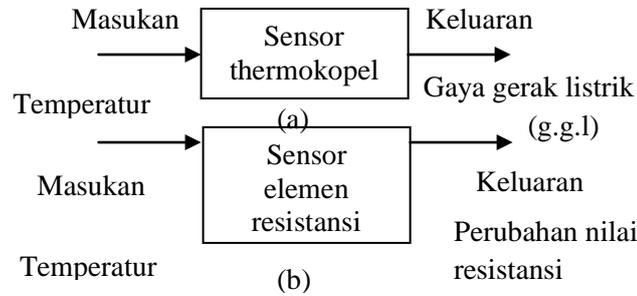
2.1.1 Elemen – elelemen pembentuk sistem Instrumentasi

System instrumentasi pengukuran terdiri dari beberapa elemen yang digunakan untuk menjalankan beberapa fungsi tertentu. Elemen – elemen fungsional ini adalah :

1. Sensor

Sensor adalah elemen system yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian system pengukuran yang lain untuk

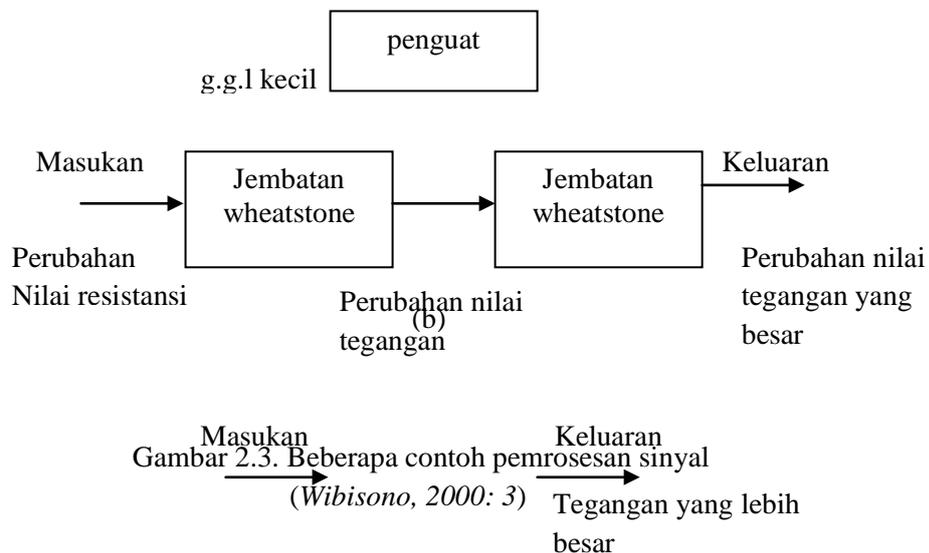
mengenali nilai variabel tersebut. Sebagai contoh, thermokopel adalah sensor yang memiliki masukan berupa temperatur serta keluaran berupa gaya gerak listrik (g.g.l) yang kecil, yang pada bagian system pengukuran yang lain dapat diperkuat untuk menghasilkan pembacaan pada alat ukur. Contoh sensor lainnya adalah elemen *thermometer resistansi* yang mempunyai masukan berupa temperature dan keluaran berupa perubahan nilai resistansi.



Gambar 2.2. Sensor : (a) *thermokopel*, (b) elemen *thermometer resistansi* (Wibisono, 2000 : 3)

2. Prosesor sinyal

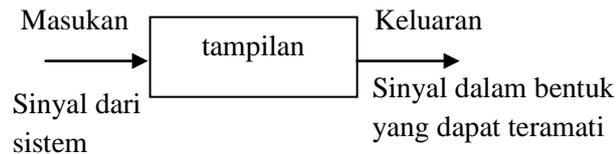
Elemen ini akan mengambil tekanan keluaran dari sensor dan mengubahnya menjadi suatu bentuk besaran yang cocok untuk tampilan atau transmisi selanjutnya dalam beberapa system kontrol. Dalam kasus *thermokopel* elemen prosesor sinyal ini dapat berupa penguat yang dapat memperbesar nilai g.g.l hingga cukup untuk diregister pada suatu alat ukur. Faktanya, mungkin lebih banyak dijumpai dimana kemungkinan besar terdapat suatu elemen yang menempatkan keluaran sensor ke dalam kondisi yang sesuai untuk pemrosesan lebih lanjut dan kemudian elemen lain yang memroses sinyal sehingga dapat ditampilkan. Istilah pengodisi sinyal (*signal conditioner*) digunakan bagi elemen yang mengubah keluaran sensor menjadi bentuk yang sesuai untuk diproses lebih lanjut. Jadi, dalam kasus *thermometer resistansi*, mungkin saja terdapat elemen pengkondisi sinyal, yaitu jembatan *wheatstone*, yang mentransformasikan perubahan nilai resistansi menjadi perubahan nilai tegangan, dan selanjutnya digunakan penguat untuk memperbesar nilai tegangan ini agar cukup besar untuk ditampilkan.



(a)

3. Penampilan Data

Elemen ini menampilkan nilai – nilai yang terukur dalam bentuk yang bisa dikenali oleh pengamat yaitu melalui sebuah alat penampil (*display*), misalnya sebuah jarum penunjuk (*pointer*) yang bergerak disepanjang skala suatu alat ukur, atau bisa juga berupa informasi pada unit penampil visual (*VDU, Visual Display Unit*). Selain itu, sinyal tersebut juga direkam, misalnya pada kertas perekam diagram atau pada piringan magnetik, ataupun ditransmisikan ke beberapa system lainnya seperti ke system kontrol.



Gambar 2.4. Sebuah elemen penampil data
(Wibisono, 2000 : 3)

2.2 Pengukuran Tekanan

2.2.1 Prinsip *bernoulli*

Prinsip *Bernoulli* adalah sebuah istilah di dalam mekanika fluida yang menyatakan bahwa pada suatu aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Prinsip ini sebenarnya merupakan penyederhanaan dari Persamaan *Bernoulli* yang menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama. Prinsip ini diambil dari nama ilmuwan Belanda/Swiss yang bernama *Daniel Bernoulli*. secara umum terdapat dua bentuk persamaan *Bernoulli* :

1. Aliran Tak-termampatkan

Aliran tak-termampatkan adalah aliran fluida yang dicirikan dengan tidak berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Contoh fluida tak-termampatkan adalah: air, berbagai jenis minyak, dan emulsi.

2. Aliran Termampatkan

Aliran termampatkan adalah aliran fluida yang dicirikan dengan berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Contoh fluida termampatkan adalah: udara, gas alam. (*Suripin, 2008 : 33*)

2.2.2 Hukum *Pascal*

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang dikenakan pada satu bagian fluida dalam wadah tertutup akan diteruskan ke segala arah sama besar. Fluida yang ditempatkan dalam silinder dengan luas penampang A dan panjang langkahnya l dan dikompresikan dengan gaya F melalui sebuah piston sehingga tekanan fluida dalam silinder adalah :

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

2.2.3 Sifat-sifat Fisik Udara

➤ Susunan Udara

Seperti diketahui, udara terdiri dari campuran beberapa jenis gas. Secara kasar udara dapat dikatakan bahwa udara terdiri dari satu bagian volume oksigen (O_2) dan 4 bagian nitrogen (N_2) yang tercampur secara seragam. Gas-gas yang lain terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit. Selain itu juga terdapat uap air di dalam atmosfer.

➤ Berat Jenis Udara

Berat jenis udara bervariasi tergantung pada tekanan dan temperturnya. Asumsi yang sering digunakan pada kondisi isap kompresor yaitu :

- Temperatur = $20^\circ C$
- Tekanan mutlak = 760mm Hg (0,1013 Mpa)
- Kelembapan relatif = 65%
- Berat jenis = $1,204 \text{ kgf} / \text{m}^3$ ($11,807 \text{ N/m}^3$)

➤ Panas Jenis Udara

Panas jenis udara merupakan panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 kg zat sebesar $1^\circ C$. Panas jenis ada 2 yaitu :

- Panas jenis pada tekanan konstan

Panas jenis pada tekanan konstan yaitu jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 kg gas tersebut sebesar $1^\circ C$ pada tekanan konstan. Panas jenis ini biasanya diberi lambang C_p , dimana besarnya $C_p = 0,24 \text{ kcal}/(\text{kg}^\circ C) = 1,005 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ C)$.

- Panas jenis pada volume konstan

Panas jenis pada tekanan volume yaitu jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 kg gas tersebut sebesar $1^\circ C$ pada volume konstan. Panas jenis ini biasanya diberi lambang C_v , dimana untuk udara besarnya $C_v = 0,17 \text{ kcal}/(\text{kg}^\circ C) = 0,712 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ C)$.

➤ Rasio Panas Jenis Udara

Rasio panas jenis merupakan perbandingan antara jenis pada tekanan konstan dengan panas jenis pada volume konstan yang biasa diberi lambang k . Untuk udara besarnya $k = 1,401$.

➤ Kelembapan Udara

Kelembapan udara merupakan derajat kekeringan atau kebasahan udara di atmosfer. Kelembapan udara dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Kelembapan mutlak, merupakan berat uap air didalam 1m^3 udara.
- Kelembapan relatif, merupakan perbandingan antara kelembapan udara lembab dengan kelembapan mutlak udara jenuh pada temperatur yang sama dikalikan 100%.

2.3 Jenis – jenis Manometer

Manometer adalah alat ukur tekanan, dan manometer yang tertua adalah manometer kolom cairan. Alat ukur ini sangat sederhana, pengamatan dapat dilakukan langsung dan cukup teliti pada beberapa daerah pengukuran. Manometer kolom cairan biasanya digunakan untuk pengukuran tekanan yang tidak terlalu tinggi (mendekati tekanan atmosfer).

Manometer adalah alat yang digunakan secara luas pada audit energi untuk mengukur perbedaan tekanan di dua titik yang berlawanan. Jenis manometer tertua adalah manometer kolom cairan. Versi manometer sederhana kolom cairan adalah bentuk pipa U (lihat Gambar 4-4) yang diisi cairan setengahnya (biasanya berisi minyak, air atau air raksa) dimana pengukuran dilakukan pada satu sisi pipa,

sementara tekanan (yang mungkin terjadi karena atmosfer) diterapkan pada tabung yang lainnya. Perbedaan ketinggian cairan memperlihatkan tekanan yang diterapkan.

2.3.1 Manometer Zat Cair

Manometer zat cair biasanya merupakan pipa kaca berbentuk U yang berisi raksa. Manometer jenis ini dibedakan menjadi manometer raksa yang terbuka dan manometer raksa yang tertutup.

1. Manometer raksa ujung terbuka

Manometer raksa ujung terbuka digunakan untuk mengukur tekanan gas dalam ruang tertutup bila tekanannya sekitar 1 atmosfer. Pada pipa U berisi raksa, pada salah satu ujungnya dihubungkan dengan ruangan yang akan diukur tekanannya, sedangkan ujung yang lain berhubungan dengan udara luar (atmosfer). Sebelum digunakan, permukaan raksa pada kedua pipa U adalah sama tinggi. Setelah dihubungkan dengan ruang yang akan diukur tekanannya, maka permukaan raksa pada kedua pipa menjadi tidak sama tingginya.

Jika tekanan gas dalam ruangan tertutup lebih besar dari pada tekanan udara luar, maka akan mendorong raksa dalam pipa U. permukaan raksa pada pipa terbuka lebih tinggi daripada permukaan raksa pada pipa yang berhubungan dengan ruang tertutup. Misalkan selisih tinggi raksa adalah Δh , maka tekanan ruangan sebesar

$$P = \text{Bar} + \Delta h$$

Jika tekanan dalam gas dalam ruangan tertutup lebih rendah daripada tekanan udara luar, maka permukaan raksa pada pipa terbuka akan lebih rendah daripada permukaan raksa pada pipa yang berhubungan dengan ruang tertutup. Misalkan selisih tinggi raksa adalah Δh , maka tekanan gas dalam ruang an sebesar

$$P = \text{Bar} - \Delta h$$

Keterangan:

Bar : tekanan udara luar , Δh : tekanan gas dalam ruang tertutup

2. Manometer raksa ujung tertutup

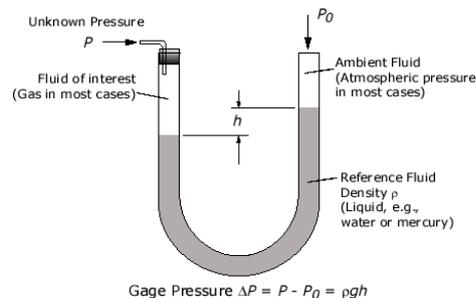
Manometer ini pada prinsipnya sama dengan manometer ujung terbuka, tetapi digunakan untuk mengukur tekanan ruangan lebih dari 1 atmosfer. Sebelum digunakan, tinggi permukaan raksa sama dengan tekanan di dalam pipa tertutup 1 atmosfer. Jika selisih tinggi permukaan raksa pada kedua pipa adalah Δh cm, maka tekanan ruang tersebut sebesar: $P_2 = (P_1 + \Delta h)$ cmHg

Keterangan :

P_1 : tekanan udara mula-mula dalam pipa

Dh : selisih tinggi permukaan raksa kedua pipa

P_2 ; besarnya tekanan udara yang diukur



Gambar 2.5. Manometer Ujung Tertutup

2.3.2. Manometer logam

Manometer logam digunakan untuk mengukur tekanan gas yang sangat tinggi, misalnya tekanan gas dalam ketel uap.

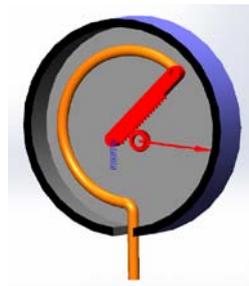
Cara kerja manometer ini didasarkan pada plat logam yang bergerak naik turun bila ada perubahan tekanan. Gerak ujung plat logam diteruskan oleh jarum jam penunjuk skala. Beberapa manometer logam antara lain manometer Bourdon, manometer Shaffer Budenberg, dan manometer ban.

2.3.3. Manometer Mac Leod

Manometer mac leod digunakan untuk mengukur tekanan udara yang lebih kecil dari 1 mmHg. Cara kerja manometer ini pada prinsipnya sama seperti manometer raksa ujung tertutup. Jika selisih tinggi raksa di pipa S dengan pipa E adalah Δh cmHg, maka tekanan yang terukur sebesar

2.1.4 Manometer Tabung Bourdon

Cara kerja dari manometer ini adalah pada saat gas bertekanan masuk kedalam manometer lewat bagian bawah. Tekanan yang dimiliki gas akan menjadikan berubahnya kelengkungan tabung bourdon yang memang dibuat lentur. Semakin besar tekanan gas yang diukur maka kelengkungan tabung bourdon semakin berkurang. Berubahnya kelengkungan tabung bourdon akan menarik batang bergigi pada bagian ujung tabung. Batang bergigi menggerakkan roda gigi kecil sekaligus menggerakkan pula jarum penunjuk sehingga bisa dilakukan pembacaan tekanan.



2.2 Analisa Kinerja

2.2.4 Standar Deviasi

Standar Deviasi (SD) adalah pembakuan dari penyimpangan nilai pada distribusi data yang dihitung dari nilai mean-nya yang selanjutnya dinamakan simpangan baku. Semakin kecil nilai Standar Deviasi implementasi semakin baik dan Standar Deviasi diusahakan tidak melebihi dari 5 %.

Cara mencari standar deviasi yaitu (*Mangestiyono, 2000: 19*) :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots$$
$$D = X - \bar{X} \dots\dots\dots$$
$$SD = \sqrt{\frac{\sum D^2}{N-1}} \dots\dots\dots$$

Keterangan :

- SD = Standar Defiasi
- D = selisih nilai rata-rata dengan nilai data yang sebenarnya
- \bar{X} = Rata-Rata Dari Data Yang Ada
- $\sum X$ = Jumlah Dari Data Yang Ada
- N = Jumlah Data
- X = Nilai Data Yang Ada

2.2.5 Standar Error

Standar Error (SE) adalah estimasi kesalahan suatu alat ukur, dihitung dengan cara membandingkan kinerjanya dengan alat serupa yang telah baku. Nilai Standar Error berkisar antara 0 – 1 dan bila nilai Standar Error mendekati 0 maka mempunyai implementasi bahwa tingkat kesalahan alat ukur yang diuji adalah kecil. Cara mencari standar error yaitu (*Mangestiyono, 2000: 20*):

$$SE = \sqrt{\frac{SYY - \frac{(SXY)^2}{SXX}}{n-2}} \dots\dots\dots$$

$$SXX = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \dots\dots\dots$$

$$SYY = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \dots\dots\dots$$

$$SXY = \sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n} \dots\dots\dots$$

Keterangan

SE = Standar Error

SXX = hasil kali data yang kurang baku

SYY = hasil kali data yang baku

SXY = hasil kali data antara yang baku dengan yang tidak baku

BAB III METODELOGI

3.1. Alat dan bahan

3.1.1. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Instrumentasi Untuk Perhitungan Standar Deviasi dan Standar Error Barometer Tabung Bourdon” meliputi:

1. Gerinda

Mesin Gerinda digunakan karena mesin gerinda salah satu alat yang ekonomis untuk menghasilkan permukaan yang halus dan dapat digunakan untuk memotong besi. Penyebab mesin gerinda dapat menghasilkan permukaan yang sangat halus karena Roda gerinda yang digunakan dalam penggerindaan mempunyai sisi potong yang sangat banyak dan pemotongannya sedikit demi sedikit (proses *finishing*) sehingga lebih tepatnya disebut pengikisan. Sisi potong pada Roda gerinda terbentuk oleh butiran-butiran bahan asah dalam roda gerinda tersebut. Seperti pisau frais apabila semakin banyak sisi potongnya maka hasil permukaannya semakin halus.



Gambar 3.1. Gerinda

2. Las Karbit

Las Karbit pada pembuatan alat tugas akhir kami di gunakan untuk penyambungan manometer dengan kompresor. Bahan tambah yang digunakan adalah kuningan. Kuningan kami pilih karena sambungan antara manometer dengan kompresor akan lebih kuat. Pada saat pengelasan kuningan dicelupkan ke dalam pijer. Hal ini dilakukan karena apabila kuningan tidak diberi pijer, kuningan akan sulit menempel pada kompresor. Bisa kita anggap pijer di sini berperan sebagai zat perekat tambahan untuk proses pengelasan menggunakan kuningan.



Gambar 3.2. Generator Asitelin Sederhana



Gambar 3.3. Tabung Oksigen

3. Palu

Palu dipergunakan untuk memukul benda kerja pada pekerjaan memahat, mengeling, membengkok, dan sebagainya. Menurut macam jenis palu umumnya digunakan sebagai berikut:

a. Palu Keras

Palu keras dibuat dari bahan baja yang kedua ujungnya di keraskan seperti:

- i. Palu konde digunakan untuk mencekungkan atau mengelinkan benda kerja.
- ii. Palu Pen Searah digunakan untuk meratakan dan merapatkan bagian sisi sudut yang letaknya searah.
- iii. Palu Pen Melintang digunakan untuk meratakan dan merapatkan bagian sisi/sudut yang letaknya melintang.

b. Palu lunak digunakan untuk meratakan, membentuk pelat dengan tanpa ada bekas pemukulan pada permukaan pelat. Kepala palu lunak terbuat dari bahan plastik, kayu, karet, kulit, tembaga, timah, dll.

c. Palu kayu, digunakan untuk membentuk pelat dari bahan *stainless steel* atau galvanis.

d. Palu plastik dan karet, digunakan untuk menghasilkan bentuk dengan sedikit bekas pemukulan pada permukaan pelat alumunium atau tembaga.

e. Palu kulit, digunakan pada pembentukan pelat-pelat lunak yang relatif tebal.



Gambar 3.4. Macam palu

4. Mesin bor listrik (bor tangan)

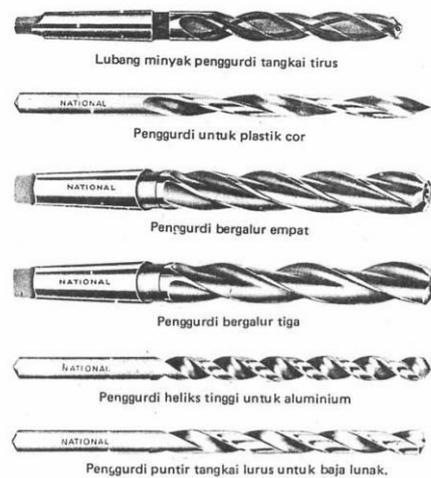
Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut BOR. Dalam pembuatan alat tugas akhir ini, bor kami gunakan untuk membuat lubang untuk saluran ke manometer yang akan kami las.



Gambar 3.5. bor tangan

5. Mata bor

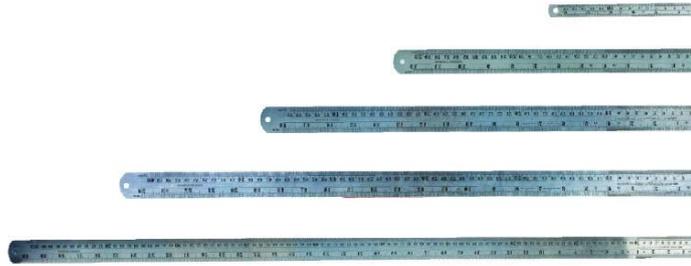
Bor atau mata bor digunakan untuk membuat lubang yang rapi dan presisi pada benda kerja, misalnya pada kayu, plastik maupun pada besi dan plat. Banyak jenis dan ukuran lubang yang bisa dibuat dengan bor, tetapi harus mempertimbangkan ukuran lubang dan jenis bahan benda kerja yang akan dikerjakan. Diameter ukuran mata bor biasanya berkisar antara 4 mm – 12 mm.



Gambar 3.6. mata bor

6. Penggaris besi

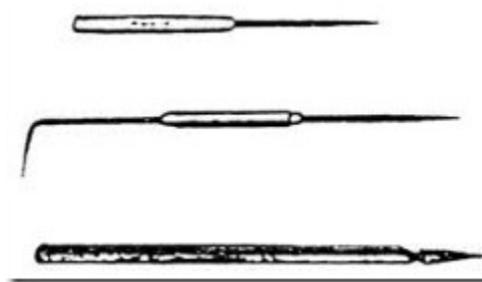
Penggaris besi digunakan untuk menggaris garis lurus ketika memotong plat panjang dan lebar. Penggaris besi yang kami gunakan memiliki panjang 30 cm dan terbuat dari besi dengan angka yang berwarna hitam.



7. Penggores

Penggores adalah suatu alat yang sederhana dan digunakan sebagai alat tulis untuk melukis benda-benda keras. Alat ini dibuat dengan ujung yang runcing dan tajam, serta lebih keras dari benda kerja yang digores (dilukis). Ujung penggores umumnya mempunyai sudut $20^{\circ} - 25^{\circ}$. Macam-macam penggores yang sering digunakan di bengkel antara lain:

- Penggores sederhana.
- Penggores dengan salah satu ujungnya bengkok.
- Penggores dengan ujung yang dapat diganti-ganti.



Gambar 3.8. Penggores

Caranya menggores yaitu :

- Tekan pengarah/penggaris besi, atau penyiku dengan kuat pada benda kerja.
- Penggores dimiringkan kearah luar dari pengarah.
- Miringkan penggores kearah gerakan penggoresan.
- Tekan dan goreslah benda kerja dengan sekali gores saja.



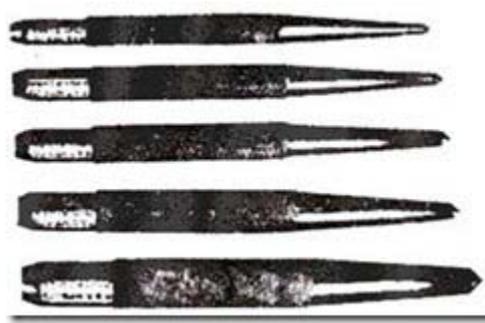
Gambar 3.9. cara menggores

9. Penitik

Penitikan adalah suatu proses penandaan dengan jalan menekan pada bagian yang diinginkan di benda kerja. Penekanan ini dilakukan terhadap benda kerja yang lebih lunak dibanding dengan kekerasan dari penitik itu sendiri. Tujuan dari penitikan adalah:

- Menentukan pusat – pusat lingkaran atau lubang pada perpotongan garis untuk memusatkan awal dari pengeboran.
- Untuk menjelaskan garis hingga di mana bagian yang dikerjakan.

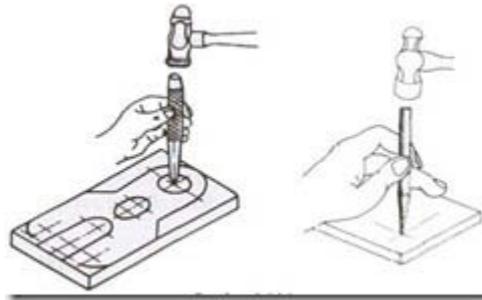
- c. Untuk menjelaskan garis-garis goresan.



Gambar 3.10. Penitik

Cara menggunakan penitik yaitu :

- Pegang penitik di tangan kiri (yang bukan kidal)
- Miringkan penitik dan geser sepanjang garis hingga tepat pada garis potong, di mana tempat pusat titik akan dititik.
- Penitik harus tegak lurus terhadap benda kerja
- Penitik dipukul satu kali dengan pukulan ringan dan periksa posisinya. Jika sudah tepat, pukul lebih keras.



Gambar 3.11. cara menitik

10. Kunci pas

Kunci pas terbuat dari logam paduan Chrome Vanadium, dengan tangkai (*shank*) membentuk sudut 15 derajat pada kedua ujung-ujungnya dan 90 derajat yang terdapat pada kunci pas khusus. Kunci pas umumnya dibuat menjadi dua kunci yang ukuran masing-masing berbeda. Misalnya; ukuran 6 mm dan 7 mm, dan seterusnya. Ukuran kunci menunjukkan lebar dari mulut kunci yang berarti juga menunjukkan lebar kepala baut atau mur. Satuan ukuran kunci pas terdiri dari ukuran *metrik (mm)* dan *imperial (inch)*. Ukuran satuan metrik tersedia ukuran dari 4 mm sampai dengan ukuran 80 mm. Dan yang umum digunakan di bengkel otomotif adalah ukuran 6 mm dengan kenaikan setiap 1 mm hingga ukuran kunci 36 mm, kecuali ukuran 31 mm, 33 mm, 34 mm, dan 35 mm tidak disediakan.



Gambar 3.12. Kunci pas

11. Kunci ring

Kunci ring juga terbuat dari logam paduan Chrome Vanadium. Kunci ring berfungsi untuk memasang atau melepaskan kepala baut atau mur yang mempunyai momen pengencangan yang cukup besar dan memungkinkan dapat bekerja pada ruang yang terbatas. Pada ujung-ujung kepala kunci ini, terdapat cincin yang berdimensi heksagonal atau lebih pada lubang diameter di dalamnya. Kunci ini lebih kuat dan ringan dari kunci pas dan memberikan cengkraman pada seluruh kepala baut atau mur. Kunci ring mempunyai tangkai lebih panjang dibandingkan dengan kunci pas, gaya tuasnya lebih besar bila dibandingkan dengan gaya tuas kunci pas.



Gambar 3.13. Kunci ring

12. Kunci kombinasi

Kegunaan kunci kombinasi merupakan gabungan dari kunci pas dan kunci ring pada masing-masing ujung dalam ukuran yang sama dan merupakan kunci yang saling mengisi kekurangan yang ada pada kunci pas dan kunci ring, dan lebih simpel. Kunci ini sangat berguna saat menyetel pengikat (*fastener*) dengan ukuran yang sama pada posisi yang berbeda. Kunci ini dengan jenis kepala bersegi 6 yang sama dan ukurannya berkisar antara 6 mm sampai dengan 32 mm.



Gambar 3.14. Kunci kombinasi

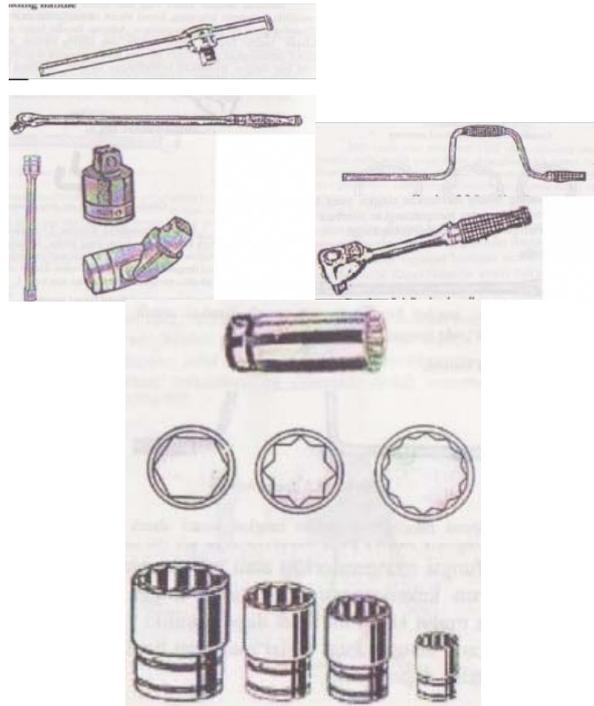
13. Kunci soket

Kunci Soket adalah kunci yang berbentuk silinder dan terbuat dari logam paduan Chrome Vanadium dan dilapisi dengan nikel. Satu ujung mempunyai dudukan berbentuk segi 4, dan ujung lainnya berdimensi hexagonal yang digunakan untuk melepas atau memasang kepala baut atau mur dengan momen kekencangan tertentu. Karakteristik kunci soket:

- a. Kunci soket dapat menjangkau kepala baut atau mur yang terletak sangat sulit dan tersembunyi.
- b. Kunci soket mempunyai momen atau torsi lebih besar terhadap pengencangan atau pelepasan baut dan mur, karena selalu dilengkapi dengan batang pemutar (*ratchet*).

Kunci Socket terdiri dari beberapa bagian:

- a. Ratchet Handle, digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan kepala baut / mur dengan cara menyetel arah putaran sesuai keperluan (mengencangkan / mengendorkan baut atau mur).
- b. Speed Handle, digunakan untuk melepaskan atau mengencangkan baut/mur yang ulirnya panjang dan dalam.
- c. Sliding Handle; digunakan untuk melepaskan atau mengencangkan baut/mur yang memiliki momen pengencangan cukup tinggi.
- d. L Handle, yang dipasangkan pada kunci soket dan dapat bergerak bebas meskipun kepala baut/mur pada posisi yang rumit.
- e. Extension, untuk menghubungkan handle dengan kunci soket jika mur/baut tidak dapat dijangkau tangkai yang ada.



Gambar 3.15. Kunci soket

14. kunci inggris

Kunci Inggris digunakan untuk membuka / mengencangkan kepala baut / mur yang ukurannya dapat diubah sesuai dengan limit maksimumnya. Kunci Inggris mempunyai sudut 15 derajat terhadap pegangannya dengan ukuran lebar mulut antara 13 mm – 35 mm. Ada juga yang bersudut 45 derajat terhadap pegangannya dengan ukuran lebar mulut antara 26 mm – 83 mm. Cara penggunaannya dengan cara memutarakan penyetel rahang, sementara mulut kunci ditempatkan pada kepala baut / mur, dan mulut kunci disetel sesuai ukuran baut / mur.



Gambar 3.16. Kunci inggris

15. Obeng

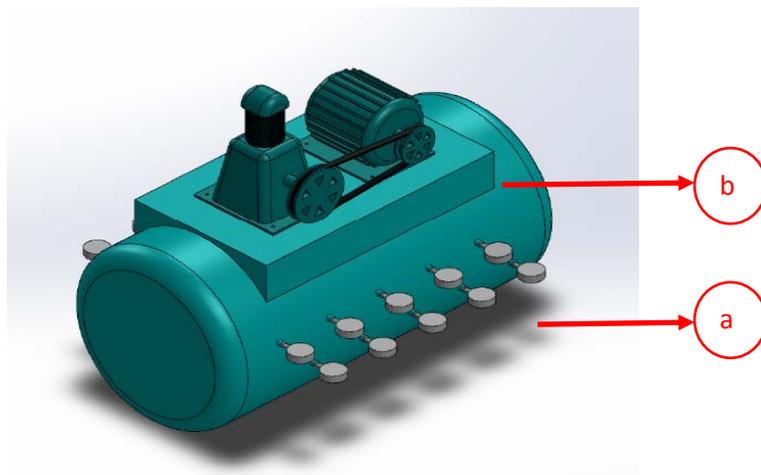
Obeng dalam satuan set dalam ukuran dan bentuk penggerak yang berbeda, panjang, pendek, sangat pendek (buntung). Obeng terdiri dari batang yang terbuat dari baja keras berkualitas tinggi dengan satu mata pada satu ujungnya dan gagang terbuat dari plastik/kayu yang dicetak pada batangnya. Obeng digunakan untuk melepas / memasang sekrup dan untuk melepas pengikat seperti sekrup-sekrup kotak yang mempunyai momen pengencangan relatif rendah. Ada 3 jenis obeng yaitu :

- a. **Obeng biasa**
Obeng biasa terdiri dari tangkai dan bilah obeng. Obeng biasa digunakan untuk mengendorkan / mengencangkan sekrup atau baut sesuai ukurannya.
- b. **Obeng Offset**
Obeng offset mempunyai bilah yang sekaligus sebagai tangkainya dan mata pada kedua ujungnya berbentuk Kembang / + / bintang/philip/ atau pipih/-/minus. Obeng offset berfungsi untuk mengencangkan baut dengan kepala beralur atau sekrup yang letaknya tidak dapat dijangkau dengan oleh jenis obeng biasa.
- c. **Obeng Ketok**
Obeng ketok berfungsi untuk mengeraskan / mengendorkan baut kepala yang beralur atau sekrup yang momen pengencangannya relatif lebih tinggi. Obeng ini terdiri dari tangkai dan bilah yang dapat dilepas. Bila digunakan, pilihlah bilah obeng ketok yang sesuai dengan ukuran dan bentuk sekrup atau bautnya.
Cara menggunakan obeng ketok dengan cara memukul ujung bodi obeng dengan palu sambil tangkai obeng ketok diputar sehingga blade memutar obeng ke kanan atau ke kiri (mengeraskan / mengendorkan). Posisi antara bilah obeng dengan sekrup atau baut diupayakan harus tetap tegak. Dengan memutar blade obeng secara tiba-tiba, maka baut atau sekrup yang kencang dapat dikendorkan dengan mudah, begitu pula sebaliknya.



Gambar 3.17. obeng

3.2 Bahan



Gambar 3.18. Alat uji Instrumentasi Untuk perhitungan Standar Deviasi dan Standar Error Barometer Tabung Bourdon

Bahan yang digunakan untuk pembuatan Instalasi Instrumentasi pengukur Laju Alir diantaranya adalah:

a) Manometer

Manometer tekanan berfungsi untuk mengukur tekanan dari tabung kompresor. Manometer yang kami pasang berjumlah 20 buah. Masing-masing kami pasang 10 manometer di samping kompresor. Manometer tekanan pada alat uji ini berskala sampai 6 Bar atau 90PSI.



Gambar 3.19. Manometer

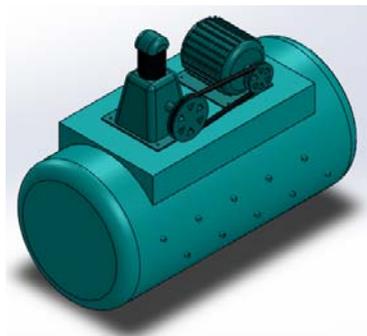
b) Kompresor

Kompresor yang kami gunakan memiliki kapasitas ¼ PK. Dengan merk swan.

Spesifikasi Kompresor:

Tabel 3.1. Spesifikasi Kompresor Swan

Air Receiver Max Working Pressure 9 kg/cm ²
Water Test Pressure 14,7 kg/cm ²
Capacity 36 liter



Gambar 3.20. Kompresor

c) Pijer

Pijer yang nama kimianya adalah *Natrium Tetrabonat* ($\text{NaB}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) kami gunakan untuk campuran kuningan agar pada saat pengelasan kuningan dapat melekat sempurna pada besi kompresor.



Gambar 3.21. Pijer

d) Kuningan

Kuningan kami gunakan sebagai bahan tambah pada proses pengelasan.



Gambar 3.22. Kuningan

e) Nepel

Nepel terbuat dari bahan kuningan. Nepel berfungsi sebagai tempat meletakkan manometer pada kompresor. Atau bisa dibilang nepel adalah penghubung antara manometer dengan kompresor. Karena yang akan kita las adalah nepel ini.



Gambar 3.23. Nepel

3.3 Pembuatan dan perakitan alat

3.3.1 Pembuatan Desain alat

1. Pembuatan desain pemasangan manometer

Tahap pertama yaitu menggambar desain pemasangan manometer pada kompresor. Desain disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsi dari pemakai alat tersebut. Desainnya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.24. Desain Pemasangan Manometer pada Kompresor

2. Proses pengelasan nepel

Sebelum proses pengelasan kita lakukan, semua bagian-bagian dari kompresor harus kita lepas semua terlebih dahulu untuk mempermudah proses pengelasan. Kemudian kita lakukan pengeboran menggunakan mesin bor pada tempat yang akan kita pasangi manometer. Setelah proses pengeboran selesai, kita lakukan penggrindaan pada area di sekitar lubang yang telah kita buat tadi. Fungsinya adalah agar proses pengelasan dapat berjalan dengan baik. Pertama-tama kuningan dan bagian yang akan kita las kita panaskan terlebih dahulu. Kemudian kuningan kita celupkan ke dalam botol yang berisi pijer. Nepel kita letakkan di bagian yang telah kita panaskan tadi. Kemudian kita las dengan menggunakan las karbit dengan bahan tambahnya adalah kuningan yang telah kita beri pijer tadi.



Gambar 3.25. Proses pengelasan



Gambar 3.26. Hasil Pengelasan

3.3.2. Pengecatan alat

Setelah pembuatan instrumentasi untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon selesai maka selanjutnya dilakukan pengecatan. Tujuan dari pengecatan ini adalah :

1. Mencegah timbulnya karat pada alat uji, karena alat uji ini terbuat dari besi dan menggunakan air sebagai fluida ujinya.
2. Memberikan kesan rapi dan bersih pada alat uji ini.

Sebelum melakukan pengecatan, maka terlebih dahulu dilakukan pembersihan supaya saat pengecatan tidak ada kotoran ataupun benjolan supaya pengecatan menjadi bersih dan halus. Pengamplasan dilakukan 2 tahap. Yang pertama mengamplas dengan menggunakan amplas no. 800 kemudian dengan amplas yang lebih halus no. 1000. Setelah pengamplasan dibilas dengan air sabun supaya kotoran sisa pengamplasan tidak menempel. Untuk proses pengeringan cat kami lakukan dengan cara diangin-anginkan pada tempat yang teduh dan ini memerlukan waktu 2 hari sampai cat benar-benar kering.

3.3.3 Perakitan alat instrumentasi untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon

Proses perakitan dilakukan setelah cat yang yang menempel dipastikan kering. Langkah-langkah urutan pemasangan alat antara lain:

1. Pasang manometer pada nepel yang telah disediakan.
2. Pasang motor listrik dan intakekompresor ditempat semula pada kompresor. Pastikan antara pully motor listrik dengan intakekompresore benar-benar sejajar, agar v-belt dapat memutar intakekompresore dengan sempurna.

3.4 Pengoprasian alat instrumentasi untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon

Pengoprasian dari alat yang kami buat ada beberapa langkah diantaranya:

1. Langkah pertama yaitu mengecek semua komponen instalasi instrumentasi untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon apakah sudah terpasang dengan benar atau tidak.
2. Langkah kedua yaitu menghubungkan motorlistrik pada sumber listrik, sumber listrik yang kita gunakan yaitu dari PLN dengan besar tegangan 220 volt.
3. Kita tunggu hingga kompresor mencapai tekanan yang kita inginkan. Setelah mencapai tekanan yang kita inginkan, lepas kabel yang menghubungkan motorlistrik dengan sumber listrik.

- Langkah terakhir kita catat besar tekanan yang dihasilkan dengan melihat setiap manometer acuan dan manometer pembanding yang terpasang pada kompresor. Pastikan tidak ada kesalahan dalam melihat nilai tekanan pada manometer tersebut.

3.5 Metode pengambilan data

Dalam pembuatan tugas akhir ini kita melakukan beberapa proses pengambilan data untuk melakukan analisa. Metode pengambilan data yang kita lakukan secara manual dengan mengoprasikan alat instalasi instrumentasi untuk perhitungan standar deviasi dan standar error barometer tabung bourdon dan mencatat hasil pengukurannya. Adapun data yang kita ambil adalah tekanan dari manometer acuan dan manometer pembanding. Berikut adalah data yang telah kita ambil.

Tabel 3.2. Data hasil pengujian 1

No	Manometer Pembanding (X) Bar	Manometer Acuan (Y) Bar
1	4,86	4,9
2	4,94	5
3	4,98	5
4	4,98	5
5	4,72	5
6	4,8	4,98
7	4,9	5,1
8	4,7	5
9	4,76	5
10	4,7	5

BAB V PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian Tugas Akhir (TA) dengan judul PERANCANGAN INSTRUMENTASI UNTUK PERHITUNGAN STANDAR DEVIASI DAN STANDAR ERROR TABUNG BOURDON maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa kinerja alat meliputi perhitungan Standar Deviasi dan Standar Error pada pengambilan data 1 dan 2 didapat nilai yang hampir sama. Akan tetapi pada pengambilan data ke 3, standar deviasi melebihi batas yang lazim digunakan. Hal ini mengindikasikan bahwa instrumentasi pengukur tekanan atau manometer yang dibuat layak digunakan pada tekanan tertentu saja. Karena semakin turun tekanan pada kompresor, standar deviasi dan standar error nya semakin besar.
2. Standar deviasi yang melebihi batas maximal yang diijinkan terjadi karena material dari tabung bourdon terlalu keras sehingga pada saat kompresor berada pada tekanan rendah udara bertekanan kurang mampu merubah kelengkungan dari tabung bourdon itu sendiri. Sehingga tabung bourdon hanya sedikit menggerakkan batang bergerigi yang akan menggerakkan jarum penunjuk. Yang membuat standar deviasi semakin besar. Atau bisa juga karena jarak antara batang bergerigi dengan dengan roda gigi yang menggerakkan jarum penunjuk terlalu besar. Sehingga tekanan udara yang rendah hanya sedikit meggerakkan batang bergerigi.
3. Berdasarkan dari perhitungan Standar Deviasi Manometer dengan kualitas yang bervariasi dengan pembandingan Manometer dengan kualitas baik ditemukan adanya perbedaan yaitu Standar Deviasi Manometer dengan kualitas yang bervariasi mempunyai nilai lebih besar. Implikasi dari penemuan tersebut adalah bahwa kwalitas manometer yang kita uji masih di bawah manometer yang kita gunakan sebagai acuan.
4. Berdasarkan dari perhitungan Standar Error Manometer dengan kualitas yang bervariasi dengan pembandingan Manometer dengan kualitas baik menghasilkan Standar error sebesar 1,039%, 1,3145% dan 2,487%. Hal ini memberikan arti bahwa tingkat kesalahan dari Manometer dengan kualitas yang bervariasi masih dapat diterima dan dapat digunakan. Walaupun tingkat kesalahannya semakin besar saat tekanan pada kompresor diturunkan.

5.2. SARAN

1. Alat yang dibuat mempunyai kekurangan pada variasi dari manometer yang dipasang. Dengan 20 manometer yang kami gunakan, hanya terdiri dari 7 merk yang berbeda. Maka lebih baik lagi jika kita bisa memakai manometer dengan 10 merk berbeda pada manometer yang akan kita bandingkan.
2. Sebaiknya manometer acuan yang akan kita gunakan dikalibrasi terlebih dahulu agar data yang kita ambil akurat.