

Penggunaan Alat Ukur pada Mesin-mesin Industri Tekstil Sebagai Standar Parameter Kinerja Mesin

Ahmad Darmawi¹, Bambang Yulianto²

^{1,2}) Program Studi Teknik Pembuatan Benang, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan
Produk Tekstil Surakarta

Jl. Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, 57126

Email: ¹adarmawi@gmail.com, ²bambyul1960@gmail.com

ABSTRAK

Pengukuran memainkan aktivitas penting di semua cabang teknik dan sains. Pengukuran dapat didefinisikan sebagai suatu proses untuk memperoleh perbandingan kuantitatif antara standar yang telah ditentukan sebelumnya dan besaran parameter yang tidak diketahui. Kecepatan komponen ini dapat diukur dengan menggunakan instrumen jenis kontak atau non-kontak. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa komponen berjalan pada kecepatan yang ditetapkan sesuai dengan standar yang ditetapkan pada tampilan mesin dan untuk mengetahui apakah ada variasi kecepatan. Pengukuran merupakan bagian integral dari setiap sistem kontrol otomatis untuk tindakan kontrol, perbedaan atau kesalahan antara nilai aktual dan nilai yang diinginkan dari variabel yang akan ditentukan atau diukur. Evaluasi kinerja mesin memerlukan pengukuran berbagai parameter. Pengukuran yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah deskriptif kuantitatif. Pengukuran yang digunakan pada mesin industri tekstil Tipe mekanik, Tipe listrik, Tipe optik dan Tipe non-kontak.

Kata kunci: Penggunaan alat ukur, Mesin tekstil, Kinerja mesin, Standar parameter

ABSTRACT

Measurement plays an important activity in all branches of engineering and science. Measurement can be defined as a process to obtain a quantitative comparison between a predetermined standard and an unknown parameter quantity. The speed of these components can be measured using a contact or non-contact type instrument. Its purpose is to ensure that the component is running at the specified speed according to the standard set on the engine display and to see if there is any speed variation. Measurement is an integral part of any automatic control system for the control action, the difference or error between the actual value and the desired value of the variable to be determined or measured. Evaluation of engine performance requires the measurement of various parameters. The measurement used in writing this article is descriptive and quantitative. Measurements used in textile industry machines Mechanical type, electrical type, optical type, and non-contact type.

Keywords: Use of measuring tools, Textile Machinery, Machine performance, Standard parameters

I. Pendahuluan

Pengukuran memainkan aktivitas penting di semua cabang teknik dan sains. Pengukuran dapat didefinisikan sebagai proses untuk memperoleh perbandingan kuantitatif antara standar yang telah ditentukan sebelumnya dan besaran parameter yang tidak diketahui (Yaqoob *et.al*, [17]; Sawangjai *et.al* [13]; Capone *et.al*, [3]), misalnya pengukuran kecepatan spindel pada *ring frame*, *speed frame*, kecepatan silinder, dll pada mesin tekstil. Kecepatan komponen ini dapat diukur dengan menggunakan instrumen jenis kontak atau non-kontak. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa komponen berjalan pada kecepatan yang ditetapkan sesuai standar yang ditetapkan pada tampilan mesin dan untuk mengetahui apakah ada variasi kecepatan (Dinardo *et.al*, [5]; Gaikwad *et.al*, [8]). Pengukuran merupakan bagian integral dari setiap sistem kontrol otomatis untuk tindakan kontrol, perbedaan atau kesalahan antara nilai aktual dan nilai yang diinginkan dari variabel yang akan ditentukan atau diukur. Evaluasi kinerja mesin memerlukan pengukuran berbagai parameter (Beaudart *et.al*, [1]).

II. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif, dimana dalam penelitian ini penulis membuat gambaran secara deskriptif tentang penggunaan alat-alat ukur pada mesin tekstil. Gambaran keadaan secara objektif yang penulis gunakan mengacu pada menggunakan data yang sesuai dengan peruntukan khususnya pengukuran di mesin tekstil dengan berbagai instrumennya. Penafsiran dari data yang disajikan penulis dalam artikel ini menggunakan studi pustaka, observasi dan wawancara terhadap beberapa praktisi industri tekstil dan produk tekstil yang bekerja lebih dari 10 tahun di industri tekstil dan produk tekstil. Adapun penafsiran terhadap hasil data yang disajikan diharapkan memberikan gambaran yang sebenar-benarnya kepada praktisi dan akademisi dalam bidang industri tekstil terkait standar pengukuran mesin tekstil. Penulis akan membagi penggunaan alat ukur mesin tekstil sesuai dengan kinerja mesin untuk mengukur berbagai parameter.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengukuran gerakan sudut pada mesin tekstil

Pengukuran kecepatan berbagai elemen dalam mesin tekstil penting tidak hanya dari titik produksi tetapi juga untuk memastikan apakah ada selip pada kecepatan spindel dan sebagainya. Tindakan yang diperlukan harus segera diambil atau jika tidak maka akan mempengaruhi produksi dan kualitas produk akhir (Park *et.al*, [11]). Secara umum, di pabrik tekstil, departemen jaminan kualitas memiliki jadwal pemeriksaan kecepatan pengocok, pengiriman gulungan depan dalam bingkai kecepatan dan bingkai cincin, kecepatan spindel dalam bingkai cincin. Ini sangat penting untuk memiliki kontrol atas proses dan mengidentifikasi elemen berputar yang rusak dan memperbaikinya. Alat yang mengukur kecepatan sudut secara langsung umumnya disebut sebagai tachometer. Ada banyak jenis tachometer yang tersedia dalam praktik dan jenis yang umum masih digunakan akan dibahas di bagian berikut. 1. Tipe mekanik a) Penghitung dan pengatur waktu revolusi 2. Tipe listrik a) Tipe generator (a.c. dan d.c) Generator Tacho b) Tipe non-kontak induktif 3. Tipe optik a) Sel foto – Tipe non-kontak b) Stroboscope.

3.1.1. Penghitung dan pengatur waktu revolusi

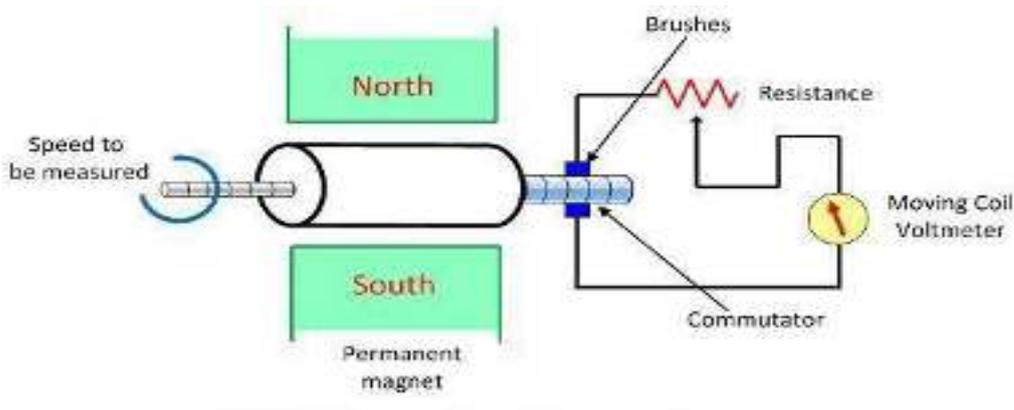
Dalam pengaturan ini, penghitung putaran dipasang dan digerakkan oleh poros input. Tampilan digital penghitungan langsung menunjukkan jumlah putaran yang diputar oleh poros dalam jangka waktu tertentu seperti yang ditunjukkan oleh pengatur waktu. Timer bisa menjadi stopwatch sederhana. Kecepatan rata-rata dalam RPM kemudian dapat dihitung. Penghitung putaran dan pengatur waktu dapat dipasang secara integral sebagai satu kesatuan sehingga bekerja secara bersamaan. Contoh yang sudah dikenal adalah jalur *scutcher blow room* di pabrik pemintalan. Pada mesin Scutcher ini, putaran yang dihasilkan dari roller kalender terus dihitung oleh penghitung elektronik dengan menghitung jumlah putaran yang dilakukan oleh roller kalender dan panjang material yang dikirim per menit. Penghitung elektronik mendapatkan informasi dari poros gulungan kalender dan segera setelah panjang bahan yang dibutuhkan dililit, katakanlah, 45 m atau 50 m tergantung pada berat putaran yang dibutuhkan, mesin berhenti. Putaran penuh dikeluarkan dari mesin dan diganti dengan spindel putaran kosong yang masuk ke posisinya secara otomatis dengan cara pneumatik dan putaran putaran dimulai lagi. Dengan cara ini, panjang material yang konstan dapat dililitkan pada spindel putaran.

3.1.2. Penghitung dan pengatur waktu revolusi

Generator Tacho Ini umumnya adalah tipe magnet permanen a.c. atau d.c. generator listrik. Prinsip yang terlibat dalam jenis ini adalah tegangan keluaran dari generator ini berbanding lurus dengan kecepatan sudut dan dapat diukur dengan voltmeter.

D.C. Tacho generators

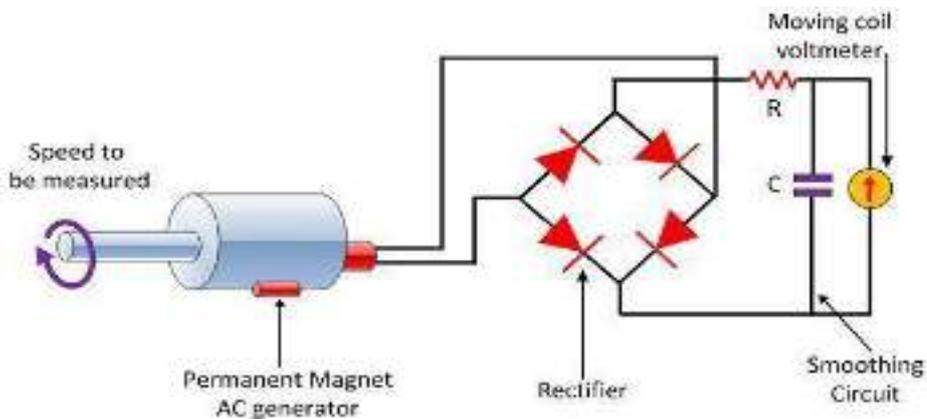
D.C. type Tacho generators menghasilkan d.c. tegangan yang dapat diukur dengan sederhana d.c. voltmeter (Byun & Cho, [2]). Perangkat ini memerlukan beberapa bentuk pergantian dan menghadirkan masalah perawatan sikat dan sensitif terhadap arah rotasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tacho generators DC (Collins, [4])

A.C. Tacho generators

A.C. type Tacho generator yang ditunjukkan pada Gambar 2 menghasilkan a.c. tegangan. Penyearah diperlukan jika d.c. voltmeter digunakan untuk mengubah tegangan untuk indikasi. Perangkat listrik ini menghasilkan indikasi kecepatan yang terus menerus yang dapat direkam atau ditampilkan. Generator Tacho umumnya digunakan pada mesin drawing kecepatan tinggi di pabrik pemintalan.



Gambar 2. Tacho generators AC (Collins, 2021)

3.2. Tachometers

Tachometer adalah alat sensor untuk mengukur kecepatan putaran suatu benda seperti poros mesin pada mobil. Perangkat ini menunjukkan putaran per menit (RPM) yang dilakukan oleh objek (Ferreira et.al, [7]). Perangkat ini terdiri dari dial, jarum untuk menunjukkan pembacaan saat ini, dan tanda untuk menunjukkan tingkat yang aman dan berbahaya. Secara historis, tachometer mekanis pertama dirancang berdasarkan pengukuran gaya sentrifugal. Ada dua jenis kecepatan. Salah satunya adalah kecepatan linier yang dinyatakan dalam meter per detik dan yang lainnya adalah kecepatan sudut yang dinyatakan sebagai putaran per menit atau radian per detik. Untuk semua jenis mesin berputar, biasanya diperlukan untuk mengukur kecepatan linier atau kecepatan sudut. Misalnya, ketika kereta api bergerak dari satu stasiun ke stasiun lain, jika jarak (x) diketahui dan kecepatan (v), maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan dihitung dengan;

$$\text{Waktu (t)} = \text{Jarak (x)} / \text{Kecepatan (v)} \quad (1)$$

Dalam hal putaran mesin didapatkan

$$\text{Daya (P)} = 2\pi NT/60 \quad (2)$$

Dengan demikian, daya (P), kecepatan (N) dan torsi (T) saling berhubungan. Untuk mengetahui tentang kinerja mesin, terkadang kecepatan torsi karakteristik dipelajari. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan mesin berputar disebut tachometer. Jenis tachometer listrik adalah disebut generator tacho.

Mereka mewakili kecepatan sudut sebagai tegangan listrik. Ini adalah transduser yang mengubah kecepatan sudut menjadi tegangan listrik.

Tabel 1. Persyaratan karakteristik generator Tacho

| Karakteristik | Keterangan |
|-------------------------|--|
| Akurasi | Input ke tachometer adalah kecepatan dan outputnya adalah tegangan listrik. Tegangan harus diukur dengan benar sehingga dapat menunjukkan kecepatan secara akurat. |
| Resolusi | Tachometer type analog harus memiliki divisi dan subdivisi skala yang cukup kecil dikalibrasi untuk menunjukkan variasi kecepatan terkecil. Dalam hal indikator digital, resolusi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan angka yang ditampilkan |
| Tegangan sistem | Jika tegangan sistem yang digunakan untuk eksitasi berfluktuasi, hubungan output mungkin terpengaruh. |
| Frekuensi sistem | Dalam kasus generator ac tacho, jika frekuensi input berfluktuasi, hubungan output terpengaruh. |
| Efek suhu | Resistansi armature dan lilitan medan dipengaruhi oleh suhu. Sifat magnetik inti juga bergantung pada suhu. Jika variasi suhu berlebihan, koefisien ekspansi fisik dapat mempengaruhi dimensi. Dalam hal celah udara kecil antara sistem medan tetap dan sistem jangkar bergerak, perubahan dimensi dapat menimbulkan distorsi magnetik dan masalah mekanis. |

3.2.1. Jenis *Tachometers*

Jenis tachometer yang biasa ditemukan disebutkan dibawah ini:

- Tachometer analog – Terdiri dari antarmuka jenis jarum dan dial. Mereka tidak memiliki ketentuan untuk penyimpanan bacaan dan tidak dapat menghitung detail seperti rata-rata dan deviasi. Di sini, kecepatan diubah menjadi tegangan melalui penggunaan konverter frekuensi ke tegangan eksternal. Tegangan ini kemudian ditampilkan oleh voltmeter analog.
- Tachometer digital – Terdiri dari pembacaan LCD atau LED dan memori untuk penyimpanan. Ini dapat melakukan operasi statistik, dan sangat cocok untuk pengukuran presisi dan pemantauan segala jenis kuantitas berbasis waktu. Tachometer digital lebih umum akhir-akhir ini dan mereka menyediakan pembacaan numerik daripada menggunakan dial dan jarum.
- Tachometer kontak dan non-kontak – Jenis kontak bersentuhan dengan poros yang berputar. Jenis non-kontak sangat ideal untuk aplikasi yang mobile, dan menggunakan laser atau disk optik. Dalam tipe kontak, encoder optik atau sensor magnetik digunakan. Kedua jenis ini adalah metode akuisisi data.
- Tachometer pengukur waktu dan frekuensi – Keduanya didasarkan pada metode pengukuran. Alat pengukur waktu menghitung kecepatan dengan mengukur interval waktu antara pulsa yang masuk; sedangkan alat pengukur frekuensi menghitung kecepatan dengan mengukur frekuensi pulsa yang masuk. Tachometer pengukur waktu ideal untuk pengukuran kecepatan rendah dan tachometer pengukur frekuensi ideal untuk pengukuran kecepatan tinggi.

3.2.2. Tachometer induktif (tipe non-kontak)

Tachometer induktif tipe non-kontak ditunjukkan pada Gambar 3. Dalam jenis perangkat ini, roda bergigi kecil harus dipasang pada poros yang kecepatannya akan ditentukan. Sebuah magnet permanen dengan lilitan kumparan ditempatkan di dekat roda bergigi yang berputar. Saat roda berputar, fluks magnet yang dihasilkan oleh magnet dan kumparan berubah. Akibatnya, tegangan induksi dalam kumparan. Frekuensi atau jumlah pulsa tergantung pada jumlah gigi pada roda dan

$$\text{Kecepatan poros} = \text{Pulsa per detik} / \text{Jumlah gigi pada roda} \quad (3)$$

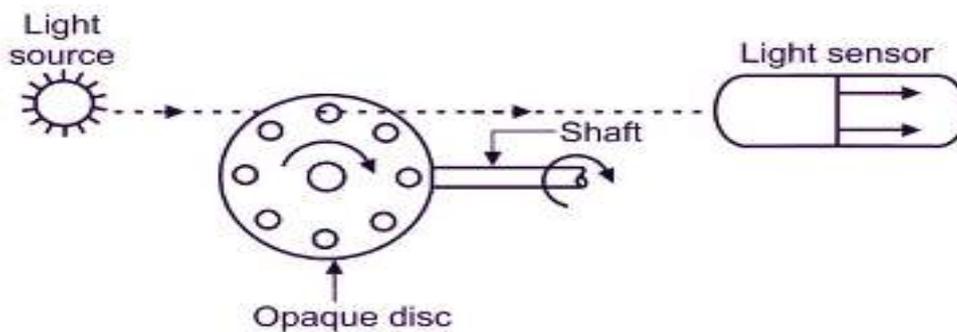


Gambar 3. Tachometer induktif tipe non-kontak dan tipe kontak (Metravi, [10])

Pulsa yang dihasilkan tidak seragam dan berbentuk baik dan perlu dibentuk dan diperkuat. Keluaran berupa jumlah pulsa dapat dilihat pada unit pengukur frekuensi atau dapat diubah menjadi tegangan proporsional.

3.2.3. Tachometer type fotolistrik (non-kontak)

Prinsip kerja tachometer tipe fotolistrik ditunjukkan pada Gambar 4. Ini juga merupakan jenis alat pengukur kecepatan non-kontak. Ini terdiri dari disk buram dengan lubang spasi merata di pinggirannya. Itu melekat pada poros yang kecepatannya akan diukur. Sebuah sumber cahaya ditempatkan di satu sisi dan transduser peka cahaya ditempatkan di sisi lain dari piringan buram. Perlu dicatat bahwa sumber cahaya dan transduser peka cahaya harus sejajar dengan lubang di disk. Saat piringan buram berputar, cahaya intermiten yang jatuh pada fotosel menghasilkan pulsa tegangan yang frekuensinya adalah ukuran kecepatan poros. Dari sini, keluaran (jumlah pulsa) dapat dilihat pada unit pengukur frekuensi atau dapat diubah menjadi tegangan proporsional.



Gambar 4. Tachometer type fotolistrik (Electricaldeck.com, [6])

3.2.4. Tachometer tipe kontak

Tachometer tipe kontak Gambar 5. umumnya digunakan di pabrik tekstil untuk mengukur kecepatan poros putar dalam RPM. Beberapa aplikasinya adalah pengukuran kecepatan silinder, Doffer, lickerin pada mesin carding, Kecepatan *delivery roll* depan pada speed frame dan ring frame, dll. Prinsip kerja tachometer tipe kontak adalah: Tipe kontak bersinggungan dengan putaran batang. Jenis non-kontak sangat ideal untuk aplikasi yang mobile, dan menggunakan laser atau disk optik. Dalam tipe kontak, encoder optik atau sensor magnetik digunakan.



Gambar 5. Tachometer tipe kontak (Metravi, [10])

3.3. Stroboscope

Stroboscope adalah alat ukur untuk mengukur kecepatan benda yang memiliki gerakan berulang atau siklik. Misalnya untuk mengukur kecepatan poros putar dan mekanisme reciprocating. Pada mesin pemintalan tekstil, stroboscope umumnya digunakan untuk mengukur kecepatan spindel. Karena kecepatan spindel dalam bingkai cincin sangat tinggi, katakanlah dari 15.000 rpm hingga 22.000 rpm, tachometer tipe kontak tidak dimungkinkan. Namun, tachometer non-kontak juga dapat digunakan untuk mengukur kecepatan spindel tergantung pada rentang kecepatan pengukurannya (Yang et.al, [16]; Uzlaşır et.al, [14]; Vickers et.al, [15]).



Gambar 6. Stroboscope (Metravi, [10])

Prinsip bekerja

Prinsip kerja alat stroboskop didasarkan pada kenyataan bahwa membuat benda tampak tidak bergerak (membekukan gerak) yang kecepatannya akan diukur. Hal ini dilakukan dengan mengatur waktu kedipan lampu yang frekuensinya sesuai dengan frekuensi benda yang berputar. Hal ini dapat dijelaskan dengan yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Pertimbangan poros dengan alur pasak berputar pada 1 putaran per detik. Artinya adalah frekuensi benda. Jika sumber cahaya berkedip sekali setiap detik (frekuensi berkedip) dibuat untuk menerangi poros pada frekuensi tertentu, alur pasak tampaknya berada dalam posisi stasioner bagi mata. Ketika alur pasak tampak stasioner untuk mata, kecepatan dapat dibaca dari layar yang merupakan kecepatan putar poros. Waktu yang dibutuhkan keyway untuk menempati posisi (1) setelah satu putaran sama dengan waktu yang dibutuhkan oleh lampu yang berkedip untuk berkedip kembali dan menerangi *keyway* yaitu 1 detik. Jika frekuensi kilasan digandakan menjadi 2 kedipan per detik, maka akan terlihat dua gambar stasioner satu di posisi (1). Dan satu lagi di posisi (2) karena, alur pasak setelah detik, akan menempati posisi (2), tepat pada saat kilatan cahaya terjadi dan menyinarinya.

Stroboscope adalah sumber cahaya berkedip yang memberikan kilatan cahaya durasi pendek berulang. Frekuensi kedipan ini dapat dikontrol oleh osilator elektronik frekuensi variabel yang mengoperasikan bohlam berkedip. Frekuensi cahaya dapat diatur dengan kenop dan nilai terukur (kecepatan) dapat

dibaca di layar. Frekuensi flashing biasanya bervariasi dari 1 hingga 2500 Hz. Pengerjaan instrumen membutuhkan cahaya ambient untuk mendapatkan subdued dan tidak harus terang. Stroboscope tidak memerlukan kontak fisik dengan objek untuk pengukuran. Metode sederhana adalah bekerja dengan satu tanda atau stiker untuk frekuensi yang akan disesuaikan sehingga dua gambar terlihat. Pengaturan frekuensi kemudian dibagi dua dan disesuaikan hingga satu gambar stasioner terlihat, memberikan nilai frekuensi dan kecepatan yang benar.

3.4. Pengukuran Aliran Fluida

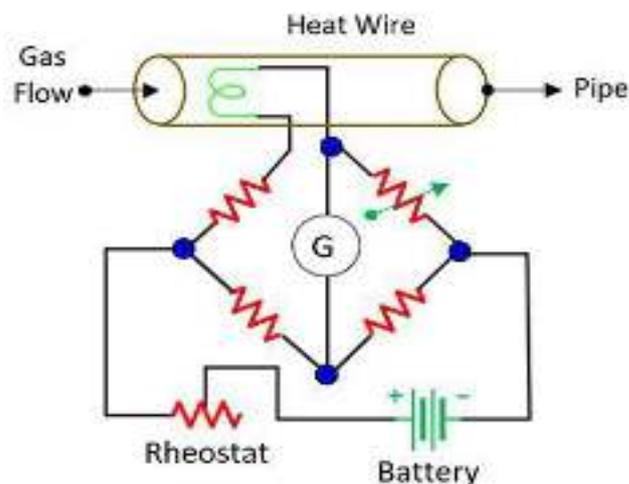
Pengukuran aliran fluida yang akurat sangat penting dalam banyak situasi dari suplai air domestik, kanal dan dalam rekayasa kecepatan aliran udara di saluran. Ini sangat dibutuhkan dalam mesin tekstil canggih saat ini. Sebagian besar unit pemintalan tekstil memiliki teknik udara untuk sistem kelembaban mereka di pabrik. Selanjutnya, dalam mesin persiapan pemintalan, material diangkut dari satu mesin ke mesin lainnya melalui udara melalui saluran. Desain saluran juga penting untuk aliran udara yang tepat tanpa tikungan mendadak. Oleh karena itu, instrumentasi telah mengembangkan alat untuk mengukur aliran kecepatan udara melalui saluran. Salah satu instrumen tersebut adalah Hot Wire Anemometer

Anemometer kawat panas

Perangkat Anemometer kawat panas terutama digunakan dalam industri dan dalam aplikasi penelitian untuk mempelajari tentang aliran yang berubah-ubah dengan cepat, yaitu untuk mempelajari tentang rata-rata dan komponen yang berfluktuasi dari kecepatan. Prinsip anemometer kawat panas agak sederhana. Terdiri dari kawat tipis berdiameter 5 m dengan hambatan (R) yang biasanya terbuat dari platina, nikel atau tungsten yang dipanaskan dengan mengalirkan arus dan ditempatkan pada fluida yang mengalir. Karena panas yang diterapkan pada kawat, karakteristik perpindahan panas konveksi dari kawat yang dipanaskan menjadi ukuran kecepatan fluida. Hal ini dapat dilakukan dengan mengukur kehilangan panas dari kawat yang ditempatkan dalam aliran fluida. Kawat dipanaskan oleh arus listrik. Kawat panas ketika ditempatkan di aliran fluida, dalam hal ini, panas dipindahkan dari kawat ke fluida, dan karenanya suhu kawat berkurang. Hambatan kawat mengukur laju aliran fluida. Anemometer kawat panas digunakan sebagai alat penelitian dalam mekanika fluida. Ia bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas dari suhu tinggi ke suhu rendah.

Metode Arus Konstan

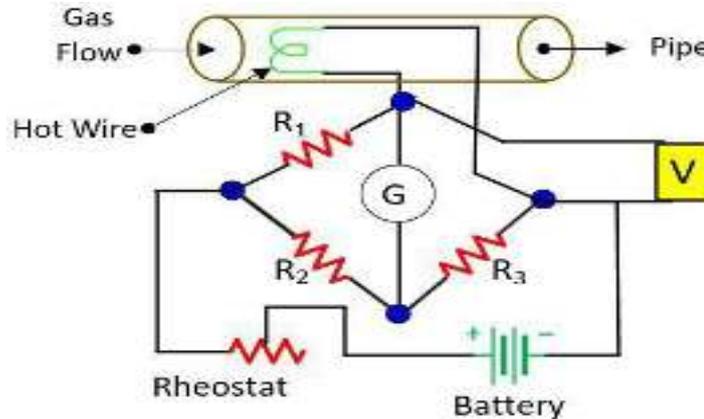
Dalam metode arus konstan, anemometer ditempatkan pada aliran fluida yang laju alirannya perlu diukur. Arus yang besarnya konstan dilewatkan melalui kawat. Jembatan Wheatstone juga dijaga pada tegangan konstan. Ketika kawat disipkan dalam aliran cairan, dalam hal ini, panas dipindahkan dari kawat ke cairan. Panas berbanding lurus dengan hambatan kawat. Jika panas berkurang, itu berarti hambatan kawat juga berkurang. Jembatan Wheatstone mengukur variasi resistansi yang sama dengan laju aliran cairan.



Gambar 7. Anemometer metode arus konstan (Rizky, [12])

Metode Suhu Konstan

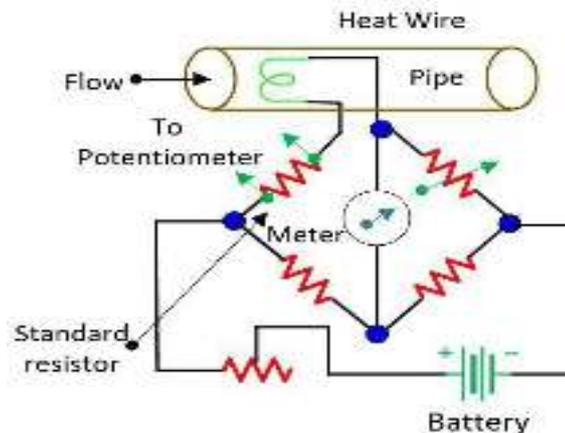
Dalam pengaturan ini, kawat dipanaskan oleh arus listrik. Kawat panas ketika ditempatkan di aliran fluida, perpindahan panas dari kawat ke fluida. Dengan demikian, suhu kawat berubah yang juga mengubah resistansinya. Ia bekerja berdasarkan prinsip bahwa suhu kawat tetap konstan. Arus total yang dibutuhkan untuk membawa kawat pada kondisi awal sama dengan laju aliran gas.



Gambar 8. Anemometer metode suhu konstan (Rizky, [12])

Pengukuran laju fluida menggunakan Instrumen Kawat Panas

Dalam anemometer kawat panas, panas ditransfer secara elektrik ke kawat yang ditempatkan di aliran fluida. Jembatan Wheatstone digunakan untuk mengukur suhu kawat dengan hambatanya. Suhu kawat tetap konstan untuk mengukur arus pemanasan. Dengan demikian, jembatan tetap seimbang.



Gambar 9. Pengukuran laju fluida menggunakan instrumen kawat panas (Rizky, [12])

Resistor standar dihubungkan secara seri dengan kawat pemanas. Arus melintasi kawat ditentukan dengan mengetahui penurunan tegangan pada resistor. Dan nilai jatuh tegangan ditentukan oleh potensiometer. Pengaturan yang ditunjukkan berfungsi pada Mode Suhu Konstan. Dalam pengaturan ini, resistansi kawat panas dan karenanya suhunya dijaga konstan dengan terus menyesuaikan arus melalui kawat panas menggunakan sistem servo yang sesuai. Arus atau tegangan melintasi kawat panas adalah ukuran kecepatan aliran. Desain suhu konstan memiliki keuntungan bahwa kawat dilindungi dari terbakar. Probe kawat panas dapat dikalibrasi terhadap tabung statik pitot di terowongan angin. Akumulasi kotoran pada kawat harus dihindari atau sebaliknya, ini memberikan kesalahan perpindahan panas yang serius.

Anemometer Laser Doppler

Efek Doppler pada frekuensi optik telah digunakan cukup lama oleh para astronom kita untuk mengukur kecepatan bintang. Prinsip yang sama digunakan dalam pengukuran aliran fluida dengan menggunakan laser Doppler Anemometer.

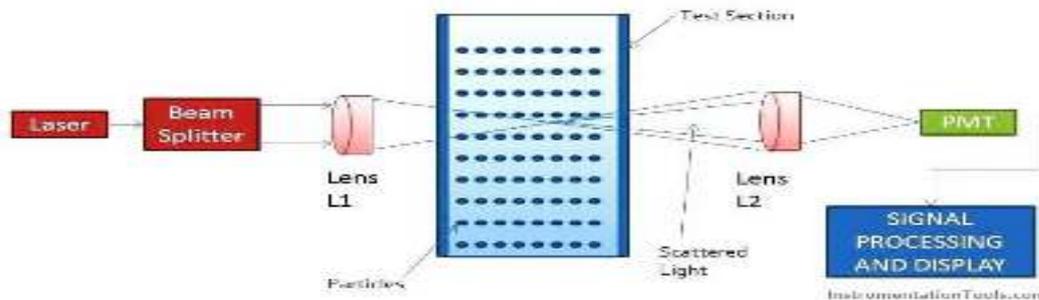
Prinsip

Ketika seberkas cahaya dari laser difokuskan ke fluida yang bergerak, pergeseran frekuensi dalam cahaya yang dihamburkan oleh partikel-partikel kecil yang ada dalam fluida atau efek Doppler diamati. Pergeseran frekuensi ini sebanding dengan kecepatan partikel hamburan. Karena kecepatan slip antara partikel dan fluida sangat kecil, pergeseran frekuensi ini merupakan indikasi kecepatan fluida. Dalam kebanyakan kasus, pergeseran frekuensi sangat kecil dibandingkan dengan frekuensi optik dari sinar laser yang digunakan. Jika laser He-Ne yang memiliki frekuensi sekitar 5×10^{14} Hz digunakan, perubahan frekuensi urutan 5×10^6 Hz sulit diukur. Masalah ini diselesaikan dengan heterodyning.

Heterodyning adalah teknik yang biasa digunakan untuk pengukuran frekuensi. Ketika dua gelombang dengan amplitudo yang sama dan frekuensi yang hampir sama ditambahkan, gelombang yang dihasilkan mengalami "denyut lambat". Ini berarti amplitudo gelombang yang dihasilkan naik dan turun dengan frekuensi siklik yang sama dengan setengah perbedaan frekuensi antara gelombang.

Pada Gambar 10 sinar laser dibagi menjadi dua sinar dengan intensitas yang sama dan difokuskan ke aliran. Kedua balok mengalami pergeseran Doppler. Tetapi untuk setiap sinar itu berbeda karena sudut datangnya yang berbeda. Frekuensi ketukan yang dihasilkan merupakan selisih pergeseran Doppler dari dua sinar. Ini disebut mode diferensial dan lebih umum digunakan karena mudah disejajarkan dan digunakan.

Diagram skematik terdiri dari sumber sinar laser, unit optik pemancar, unit optik penerima, tabung pengganda foto, dan unit pemrosesan sinyal. Instrumen ini merupakan kombinasi kompleks dari optik laser dan elektronik. Sinar laser difokuskan ke bagian uji transparan dengan mentransmisikan unit optik. Cahaya dari bagian uji diterima oleh unit optik penerima yang kemudian memfokuskannya ke unit photomultiplier. Unit photomultiplier mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik untuk diproses oleh unit pemrosesan sinyal.



Gambar 10. Anemometer Laser Doppler (Instrumentationtools.com, [9])

Bagian utama dari perangkat ini adalah sebagai berikut : (a) Sumber laser (laser argon atau laser He-Ne); (b) Pembagi sinar yang membagi sinar laser menjadi dua sinar dengan intensitas yang sama; (c) Lensa untuk memfokuskan dua balok laser yang terbelah pada titik persimpangan dan (d) Tabung photomultiplier (PMT). Untuk aliran yang kecepatannya akan ditentukan, perlu dicatat bahwa aliran tersebut harus mengandung partikel-partikel kecil untuk menghamburkan cahaya. Konsentrasi partikel harus sangat kecil.

Pengoperasian anemometer Laser Doppler

Sumber laser mengirimkan sinar yang dipecah oleh beam splitter menjadi dua sinar. Kedua sinar paralel difokuskan oleh lensa L1 sedemikian rupa sehingga mereka berpotongan pada suatu titik di bagian uji yang aliran (dengan partikel) ada. Pada daerah perpotongan, terbentuk pinggiran interferensi. Partikel (dibawa bersama aliran) yang melewati persimpangan balok menyebarkan cahaya dari kedua balok. Cahaya yang dihamburkan mengalami pergeseran frekuensi Doppler yang berbanding lurus dengan kecepatan aliran. Cahaya dikumpulkan oleh tabung photomultiplier (PMT). Perangkat ini dibangun sedemikian rupa sehingga sinar langsung dan tersebar berjalan di jalur optik yang sama sehingga interferensi akan diamati pada PMT yang sebanding dengan pergeseran frekuensi. Pergeseran ini

kemudian memberikan indikasi kecepatan aliran. Sebuah prosesor sinyal digunakan untuk mengambil data kecepatan dari PMT.

IV. Simpulan

Ilmu pengukuran merupakan aspek penting dalam industri tekstil, Di dunia teknologi yang maju sekarang ini, segala sesuatunya perlu diukur sebelum berguna untuk kehidupan praktis. Secara umum, pengoperasian mesin harus dikendalikan baik secara manual maupun otomatis. Oleh karena itu, mengukur variabel yang bersangkutan adalah persyaratan utama untuk setiap sistem kontrol. Hal ini membutuhkan keterampilan untuk mencapai panjang pokok serat kapas yang merupakan faktor utama untuk menentukan kemampuan pemintalan. Pengukuran yang dilakukan pada mesin-mesin industri tekstil terdiri dari Tipe mekanik, Tipe listrik, Tipe optik dan Tipe non-kontak.

V. Daftar Pustaka

1. Beudart, C., Rolland, Y., Cruz-Jentoft, A. J., Bauer, J. M., Sieber, C., Cooper, C., ... & Fielding, R. A. (2019). Assessment of muscle function and physical performance in daily clinical practice. *Calcified tissue international*, 105(1), 1-14.
2. Byun, K., Park, J. Y., & Cho, S. Y. (2020). Development of Tacho Generator for Application of Anti-aircraft Weapon System. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(10), 174-180.
3. Capone, S., Forleo, A., Francioso, L., Rella, R., Siciliano, P., Spadavecchia, J., ... & Taurino, A. M. (2003). Solid state gas sensors: state of the art and future activities. *Journal of optoelectronics and Advanced Materials*, 5(5), 1335-1348.
4. Collins, D. (2021). What is a tachogenerator and when is it used? <https://www.motioncontroltips.com/what-is-a-tachogenerator-and-when-is-it-used>. Di Akses 27 Mei 2022.
5. Dinardo, G., Fabbiano, L., & Vacca, G. (2018). A smart and intuitive machine condition monitoring in the Industry 4.0 scenario. *Measurement*, 126, 1-12.
6. Electricaldeck.com. (2022, 29 Mei). Induction Heating - Working Principle, Types & Advantages. Diakses pada 27 Mei 2022, dari <https://www.electricaldeck.com/>.
7. Ferreira, F. J., Duarte, A. F., & Lopes, F. J. (2020, February). Experimental evaluation of a novel webcam-based tachometer for in-situ rotational speed measurement. In 2020 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT) (pp. 917-924). IEEE.
8. Gaikwad, A., Giera, B., Guss, G. M., Forien, J. B., Matthews, M. J., & Rao, P. (2020). Heterogeneous sensing and scientific machine learning for quality assurance in laser powder bed fusion—a single-track study. *Additive Manufacturing*, 36, 101659.
9. Instrumentationtools.com. (2022). Laser Doppler Anemometer, dari <https://instrumentationtools.com/laser-doppler-anemometer/>. Diakses 27 Mei 2022.
10. Metravi. (2022). Electrical Tachometer, dari <https://www.metravi.com/blog/>. Di Akses 27 Mei 2022.
11. Park, S., Ahn, S., Sun, J., Bhatia, D., Choi, D., Yang, K. S., ... & Park, J. J. (2019). The highly bendable and rotational textile structure with prestrained conductive sewing pattern for human joint monitoring. *Advanced Functional Materials*, 29(10), 1808369.
12. Rizky, L. (2021). Anemometer Kawat Panas, dari <https://www.tamboenman.xyz/2021/08/anemometer-kawat-panas.html>. Diakses 27 Mei 2021.
13. Sawangjai, P., Hompoonsup, S., Leelaarporn, P., Kongwudhikunakorn, S., & Wilaiprasitporn, T. (2019). Consumer-grade EEG measuring sensors as research tools: A review. *IEEE Sensors Journal*, 20(8), 3996-4024.

14. Uzlaşır, S., Özdıraz, K. Y., Dağ, O., & Tunay, V. B. (2021). The effects of stroboscopic balance training on cortical activities in athletes with chronic ankle instability. *Physical Therapy in Sport*, 50, 50-58.
15. Vickers, J., Somani, S., Freeman, B., Carleson, P., Tùma, L., Unèovský, M., & Hlavenka, P. (2019, December). Failure analysis of FinFET circuitry at GHz speeds using voltage-contrast and stroboscopic techniques on a scanning electron microscope. In *ISTFA 2019* (pp. 197-203). ASM International.
16. Yang, G., Chen, Y., Shi, P., & Wang, Y. (2021). A three-dimensional measuring system with stroboscopic laser grating fringe. *Optik*, 229, 166239.
17. Yaqoob, A. A., Umar, K., & Ibrahim, M. N. M. (2020). Silver nanoparticles: various methods of synthesis, size affecting factors and their potential applications—a review. *Applied Nanoscience*, 10(5), 1369-1378.