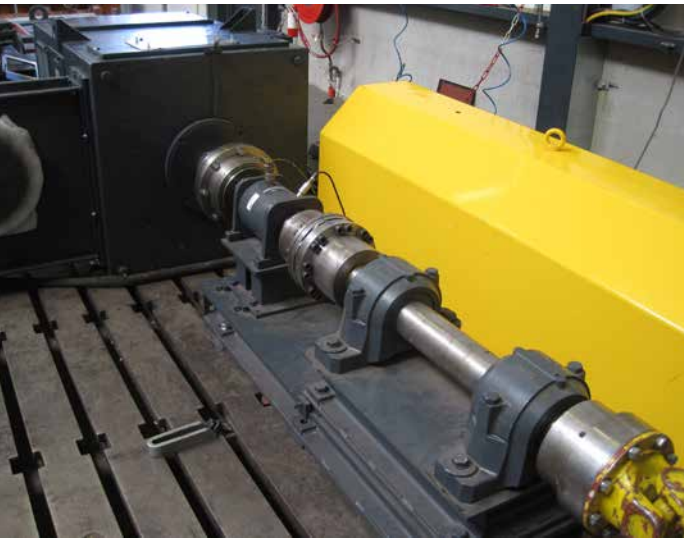


Efisiensi dan keandalan motor listrik: Pendekatan pengujian baru yang sesuai dengan kondisi sebenarnya

Motor listrik merupakan komponen utama pada banyak proses industri, dan mempergunakan hingga 70% dari total energi yang dihabiskan pada sebuah pabrik, dan menghabiskan hingga 46% dari semua pasokan listrik yang dihasilkan di seluruh dunia. Karena begitu penting bagi proses industri, biaya waktu henti yang berkaitan dengan motor yang gagal bisa mencapai hingga puluhan ribu dolar per jamnya. Memastikan motor yang efisien dan beroperasi dengan andal merupakan salah satu tugas paling penting yang dihadapi para teknisi dan engineer pemeliharaan setiap harinya.

Penggunaan listrik yang efisien tidak hanya sekadar “boleh juga.” Pada banyak situasi, efisiensi energi dapat menjadi pembeda antara keuntungan dan kerugian finansial. Dan, karena motor mengkonsumsi sebagian energi dengan jumlah yang signifikan di industri, motor listrik menjadi target utama untuk menghasilkan penghematan dan mempertahankan keuntungan. Selain itu, keinginan untuk mengidentifikasi penghematan melalui peningkatan efisiensi dan mengurangi ketergantungan akan sumber daya alam, menggerakkan banyak perusahaan untuk mengadopsi standar industri seperti ISO 50001. Standar ISO 50001 menyediakan kerangka kerja dan persyaratan untuk menetapkan, menerapkan, dan mempertahankan sistem manajemen energi untuk tujuan penghematan yang berkelanjutan.





Metode pengujian motor tradisional

Metode tradisional untuk mengukur performa dan efisiensi motor listrik sudah cukup dikenal, tetapi prosesnya bisa jadi mahal untuk disiapkan dan sulit diterapkan dalam proses kerja. Faktanya, pada banyak kasus, pemeriksaan performa motor sering kali memerlukan penghentian sistem secara keseluruhan yang dapat mengakibatkan waktu henti yang mahal. Untuk mengukur efisiensi motor listrik, daya input listrik dan daya output mekanis harus diketahui dengan pasti pada rentang kondisi pengoperasian dinamis yang luas. Dalam metode tradisional untuk pengukuran performa motor, yang pertama harus dilakukan adalah bahwa teknisi harus memasang motor pada platform pengujian motor. Platform ini terdiri dari motor yang akan diuji yang dipasang pada generator atau dinamometer. Lalu motor yang akan diuji tersebut dihubungkan dengan beban melalui sebuah poros. Pada poros tersebut terpasang sensor kecepatan (tachometer) dan satu set sensor torsi yang menyediakan data, sehingga daya mekanis dapat dihitung. Sistem ini menyediakan data yang mencakup kecepatan, torsi, dan daya mekanis. Beberapa sistem juga menyertakan kemampuan pengukuran daya listrik yang memungkinkan untuk menghitung efisiensi.



Efisiensi dihitung dengan:

$$\eta \text{ (efisiensi)} = \frac{\text{Daya mekanis}}{\text{Daya listrik}}$$

Selama pengujian, beban divariasikan untuk menentukan efisiensi pada berbagai mode operasi. Sistem platform pengujian mungkin tampak langsung, akan tetapi ada sejumlah kerugian:



1. Mesin harus dilepas dari keseluruhan sistem.
2. Beban motor bukan representasi beban sebenarnya yang dihasilkan oleh motor pada saat beroperasi.
3. Selama pengujian, operasi harus dihentikan (menyebabkan waktu henti) atau motor pengganti harus dipasang untuk sementara.
4. Sensor torsi harganya mahal dan memiliki rentang pengoperasian yang terbatas sehingga beberapa sensor mungkin diperlukan untuk menguji motor yang berbeda.
5. Platform pengujian motor yang mampu menangani berbagai tipe motor harganya mahal dan pengguna platform pengujian seperti ini biasanya adalah organisasi perbaikan atau pengembangan motor spesialis.
6. Kondisi pengoperasian "yang sebenarnya" tidak diperhitungkan.

Parameter motor listrik

Motor listrik didesain untuk tipe aplikasi spesifik yang bergantung pada beban, karena setiap motor memiliki karakteristik yang berbeda. Karakteristik ini diklasifikasikan menurut standar NEMA (National Electrical Manufacturers Association) atau IEC (International Electrotechnical Commission) dan memiliki efek langsung pada pengoperasian dan efisiensi motor. Setiap motor memiliki pelat nama yang berisi parameter pengoperasian motor penting dan informasi efisiensi sesuai rekomendasi NEMA atau IEC. Data pelat nama dapat digunakan untuk membandingkan persyaratan motor dengan mode operasi sebenarnya yang digunakan. Misalnya, saat membandingkan nilai-nilai ini, Anda dapat mengetahui bahwa jika suatu output motor melampaui spesifikasi kecepatan atau torsi yang diperkirakan, maka masa pakai motor tersebut mungkin lebih singkat atau dapat terjadi kegagalan prematur. Efek lain seperti ketidakseimbangan dan harmoni tegangan atau arus listrik yang terkait dengan kualitas daya yang buruk juga mungkin akan menurunkan performa motor. Jika terdapat salah satu kondisi tersebut pada motor, maka motor harus dioperasikan di bawah batas maksimumnya—sehingga performa motor yang diharapkan harus dikurangi—yang dapat mengakibatkan gangguan pada proses jika daya mekanis tidak cukup dihasilkan. Pengoperasian di bawah batas maksimumnya dihitung berdasarkan standar NEMA sesuai dengan data yang ditentukan untuk tipe motor tersebut. Standar NEMA dan IEC memiliki beberapa perbedaan tetapi secara umum mengikuti jalur yang sama.

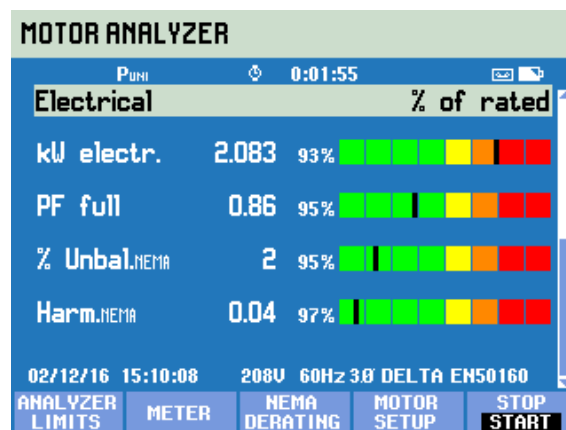
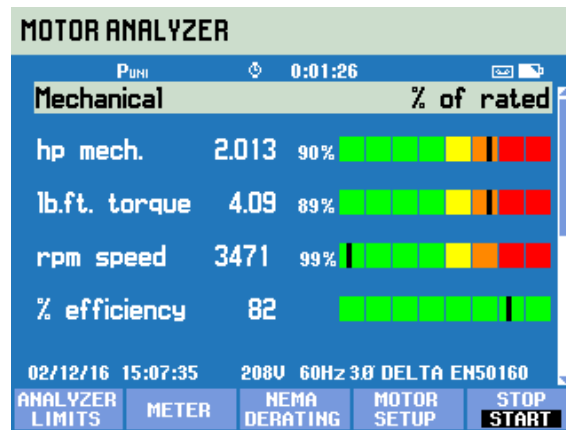
Kondisi pengoperasian yang sebenarnya

Menguji motor listrik pada platform pengujian motor biasanya berarti motor diuji pada kemungkinan kondisi terbaiknya. Sebaliknya, saat motor digunakan untuk menjalankan tugasnya, kondisi pengoperasian terbaik biasanya tidak ada. Perbedaan pada kondisi pengoperasian ini kesemuanya berkontribusi pada penurunan performa kinerja motor. Misalnya, di dalam fasilitas industri mungkin terdapat beban terpasang yang memiliki efek langsung terhadap kualitas daya yang dapat menimbulkan ketidakseimbangan pada sistem, atau berpotensi menimbulkan harmonik. Setiap kondisi ini dapat sangat memengaruhi performa motor. Selain itu, beban yang digerakkan oleh motor mungkin tidak optimal atau konsisten dengan desain asli motor tersebut. Beban mungkin terlalu besar untuk ditangani motor dengan baik, atau kelebihan beban karena kontrol proses yang buruk, dan bahkan dapat terhalang akibat friksi yang berlebihan disebabkan benda asing yang menghalangi pompa atau penggerak kipas. Menangkap anomali ini bisa menyulitkan dan sangat memakan waktu, sehingga membuat pemecahan masalah yang efektif menjadi meragukan.

Pendekatan baru

Fluke 438-II Power Quality dan Motor Analyzer menawarkan metode yang ringkas dan hemat biaya untuk menguji efisiensi motor sekaligus meniadakan kebutuhan akan sensor mekanis eksternal dan waktu henti yang mahal. Fluke 438-II, berbasis pada Fluke 430-II Series Power Quality dan Energy Analyzer, memiliki kemampuan lengkap untuk mengukur kualitas daya, dan sekaligus mengukur parameter mekanis untuk motor listrik direct-on-line. Dengan menggunakan data dari pelat nama motor (data NEMA atau IEC) yang digabungkan dengan pengukuran daya tiga fase, 438-II menghitung data performa motor secara real-time, di antaranya kecepatan, torsi, daya mekanis, dan efisiensi tanpa perlu sensor torsi dan sensor kecepatan tambahan. 438-II juga langsung menghitung faktor penurunan performa motor pada mode pengoperasian.

Data yang diperlukan oleh Fluke 438-II untuk menjalankan pengukuran ini dimasukkan oleh teknisi atau engineer dan mencakup daya terukur dalam kW atau HP, tegangan dan arus terukur, frekuensi terukur, $\cos \phi$ atau faktor daya terukur, faktor operasi terukur, dan tipe desain motor dari kelas NEMA atau IEC.



Bagaimana cara kerjanya

Unit Fluke 438-II menyediakan pengukuran mekanis (kecepatan putaran motor, beban, torsi, dan efisiensi) dengan menerapkan algoritmanya sendiri pada sinyal gelombang listrik. Algoritma tersebut menggabungkan kombinasi model motor induksi berbasis fisika dan yang dikendalikan melalui data tanpa perlu pengujian pengukuran awal yang biasanya diperlukan untuk memperkirakan parameter model motor, seperti tahanan stator. Kecepatan motor dapat diperkirakan dari harmonik slot rotor yang ada pada gelombang arus. Torsi poros motor dapat dihubungkan dengan tegangan motor induksi, arus, dan selip melalui relasi fisik yang dikenal tetapi kompleks. Daya listrik diukur menggunakan gelombang arus dan tegangan input. Saat mendeteksi perkiraan torsi dan kecepatan, daya mekanis (atau beban) dihitung menggunakan kecepatan waktu torsi. Efisiensi motor dihitung dengan membagi daya mekanis yang diperkirakan dengan daya listrik yang diukur. Fluke menjalankan pengujian yang panjang dengan instrumen dinamometer yang menggerakkan motor. Daya listrik, torsi poros motor, dan kecepatan motor yang aktual diukur dan dibandingkan dengan nilai yang dilaporkan 438-II untuk menentukan tingkat akurasi.

Kesimpulan

Meskipun metode tradisional untuk mengukur performa dan efisiensi motor listrik sudah didefinisikan dengan baik, metode tradisional bukanlah praktik yang diterapkan secara luas. Hal ini dikarenakan sebagian besar biaya yang terkait dengan waktu henti berhubungan dengan melepaskan motor, dan terkadang mematikan sistem secara keseluruhan untuk tujuan pengujian. Fluke 438-II menyediakan informasi yang sangat berguna yang hingga sekarang ini masih sangat sulit dan mahal untuk didapat. Selain itu, Fluke 438-II menggunakan kemampuan analisis dayanya yang canggih untuk mengukur status kualitas daya ketika sistem berada dalam mode operasi yang sebenarnya. Melakukan pengukuran efisiensi motor yang penting disederhanakan dengan meniadakan kebutuhan akan sensor torsi eksternal dan sensor kecepatan terpisah, sehingga memungkinkan untuk menganalisis performa di sebagian besar proses yang digerakkan motor industri ketika motor masih bekerja. Hal ini memberi teknisi kemampuan untuk mengurangi waktu henti, sekaligus memberi mereka gambaran status dan performa sistem secara menyeluruh dengan lebih baik. Melalui tren performa, kita dapat melihat perubahan yang mungkin menunjukkan gejala kegagalan motor dan memungkinkan dilakukan penggantian sebelum terjadi kerusakan.

Fluke. *Memastikan aktivitas Anda terus berjalan dan beroperasi.*

Fluke Corporation

PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

BUT. FLUKE SOUTH EAST ASIA PTE LTD

Menera Satu Sentra Kelapa Gading #06-05
 Jl. Bulevar Kelapa Gading Kav. LA# No. 1
 Summarecon Kelapa Gading
 Jakarta Utara 14240
 Indonesia
 Tel: +62 21 2938 5922
 Fax: +62 21 2937 5682
 Email: info.asean@fluke.com
 Web: www.fluke.com/id

For more information call:

In the U.S.A. (800) 443-5853 or
 Fax (425) 446-5116
 In Europe/M-East/Africa
 +31 (0)40 267 5100 or
 Fax +31 (0)40 267 5222
 In Canada (800)-36-FLUKE or
 Fax (905) 890-6866
 From other countries +1 (425) 446-5500 or
 Fax +1 (425) 446-5116
 Web access: www.fluke.com

©2016 Fluke Corporation.
 Specifications subject to change without notice.
 8/2016 6008191a-id

Modification of this document is not permitted without written permission from Fluke Corporation.