

ABSTRAK

PENGEMBANGAN ALAT KALIBRASI DINAMIS TRANSDUSER GAYA MENGGUNAKAN *DROP BALL TESTER* BERBASIS INTERFEROMETER OPTIK

Oleh

Eko Satria

NIM:30215002

(Program Studi Doktor Fisika)

Adanya peningkatan akan perlunya pengukuran gaya dinamis pada berbagai aplikasi riset dan industri memberikan tantangan baru bagi para peneliti. Saat ini belum ada metoda standar yang dapat digunakan untuk mengkalibrasi transduser gaya secara dinamis agar dapat melakukan pengukuran gaya dinamis secara akurat. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengkalibrasi transduser gaya dengan gaya dinamis seperti menggunakan gaya sinusoidal yang dihasilkan oleh penggetar dan *shock force*. Namun metoda tersebut belum mampu mengevaluasi karakteristik dinamis dari transduser gaya yang dikalibrasi sehingga hasil kalibrasi hanya dapat digunakan pada kondisi tertentu.

Pada penelitian ini telah dikembangkan suatu alat dan metoda untuk mengkalibrasi transduser gaya dengan gaya dinamis dengan mengevaluasi karakteristik dinamis dari transduser gaya tersebut. Pengkalibrasian dilakukan dengan mengerjakan gaya inersia pada transduser gaya yang akan dikalibrasi dengan menjatuhkan massa berbetuk bola pada transduser gaya yang akan dikalibrasi. Total gaya yang bekerja pada bola selama tumbukan dapat diketahui secara akurat dengan mengukur percepatan bola setiap waktu menggunakan interferometer optik. Total gaya yang bekerja pada bola didefinisikan sebagai $F_{sphere} = -M \cdot g + F_{impact}$ dengan M adalah massa bola dan F_{impact} adalah gaya respon yang bekerja dari transduser gaya yang dikalibrasi. Gaya dinamis yang bekerja pada transduser gaya sama dengan gaya impak yang dirasakan bola, sehingga kesalahan pengukuran oleh transduser gaya dapat didefinisikan sebagai $F_{diff} = F_{trans} - F_{impact}$, dengan F_{trans} adalah gaya yang terukur oleh transduser gaya. Karakteristik dinamis dari transduser gaya yang didapatkan pada eksperimen ini yaitu kesalahan pengukuran sebanding dengan turunan orde dua gaya yang terukur oleh transduser gaya terhadap waktu, dengan $F_{diff} = -1.974 \times 10^{-7} \frac{dF_{trans}}{dt^2}$. Persamaan ini kemudian digunakan untuk mengoreksi kesalahan pengukuran dinamis oleh transduser gaya.

Kalibrasi yang dilakukan dengan metoda yang dikembangkan ini terbukti sangat signifikan dalam mengoreksi kesalahan pengukuran gaya dinamis oleh transduser gaya dengan kesalahan *root mean square* (RMS) yang sangat kecil dibandingkan dengan hasil pengukuran tanpa adanya koreksi dinamis. Kesalahan RMS dari hasil pengukuran oleh transduser gaya dengan kalibrasi dan koreksi dinamis menggunakan metoda yang dikembangkan ini adalah sekitar 1.6 N. Kesalahan ini

setara dengan 1% dari gaya maksimum yang dikerjakan pada transduser gaya yaitu 160 N.

Kata Kunci: kalibrasi dinamis, pengukuran gaya dinamis, transduser gaya.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF DYNAMIC CALIBRATION TOOL FOR FORCE TRANSDUCER USING DROP BALL TESTER BASED ON OPTICAL INTERFEROMETERS

By

Eko Satria

NIM:30215002

(Doctoral Program in Physic)

An increase in the need for dynamic force measurement in various research and industrial applications presents new challenges for researchers. At present there is no standard method that can be used to calibrate force transducers with dynamic forces in order to accurately measure dynamic forces. Several studies have been conducted to calibrate force transducers with dynamic forces such as using sinusoidal forces produced by shaker and shock forces. However, this method has not been able to evaluate the dynamic characteristics of the calibrated force transducer so that the calibration results can only be used under certain conditions. In this research, a tool and method has been developed to calibrate the force transducer with dynamic force by evaluating the dynamic characteristics of the force transducer. Calibration is done by working on the inertia force on the force transducer to be calibrated by dropping the spherical body on the force transducer to be calibrated. The total force acting on the spherical body during the collision can be known accurately by measuring the acceleration of the spherical body using an optical interferometer. The dynamic force acting on the force transducer is the same as the impact force acting on the spherical body, so the measurement error by the force transducer can be defined as, with is the force measured by the force transducer. The total force acting on the spherical body is defined as $F_{sphere} = -M \cdot g + F_{impact}$ where M is the mass of the spherical body and F_{impact} is the response force acting on the spherical body from calibrated force transducer. The dynamic force acting on the force transducer is the same as the impact force acting on the spherical body, so the measurement error by the force transducer can be defined as $F_{diff} = F_{trans} - F_{impact}$, with F_{trans} is the force measured by the force transducer. The dynamic characteristic of the force transducer obtained in this experiment is that the measurement error is proportional to the second order derivative of the forces measured by the force transducer with respect to time, with $F_{diff} = -1.974 \times 10^{-7} \frac{dF_{trans}}{dt^2}$. This equation is then used to correct dynamic measurement errors by the force transducer.

Calibration by the developed method proved to be very significant in correcting dynamic force measurement errors by force transducers with very small root mean square (RMS) errors compared to measurement results without dynamic correction. The RMS error from the measurement result by force transducer with dynamic calibration and correction using the developed method is about 1.6 N.

This error is equivalent to 1% of the maximum force exerted on the force transducer which is 160 N.

Keywords: dynamic calibration, dynamic force measurement, force transducer.