

INTISARI

KAJIAN SUDUT GESEK ANTAR BIJIAN (*ANGLE OF INTERNAL FRICTION*) DENGAN MENGGUNAKAN *DIRECT SHEAR CELL*

Sudut gesek antar bijian (*angle of internal friction*) adalah besarnya sudut yang menyatakan kemiringan garis *yield locus* yang diperoleh dari regresi linear pada grafik hubungan antara tegangan geser τ dengan tegangan normal σ . Sudut ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: ukuran dan bentuk butiran, kandungan lengas dan sifat permukaan bahan. Sudut ini merupakan salah satu parameter dalam mendisain peralatan penanganan bahan curah, baik peralatan pemindah bahan seperti *hopper* maupun bangunan simpan seperti *bunker* dan *silo*.

Beberapa macam alat untuk mengukur *angle of internal friction* adalah *jenike shear cell*, *direct shear cell*, *triaxial cell* dan *ring shear*. Pada penelitian ini digunakan *direct shear cell* yang dirancang sendiri untuk mengukur *angle of internal friction* beberapa jenis biji-bijian dan untuk mengevaluasi pengaruh variasi kadar air bijian, luas bidang geser dan kecepatan geser terhadap *angle of internal friction* dengan menggunakan bahan jagung dan kedelai. Bagian utama dari *direct shear cell* adalah *shear box* (dengan variasi diameter: $D_1 = 7$ cm, $D_2 = 10$ cm, $D_3 = 13$ cm), *proving ring*, unit pencatat data, unit penggerak dan kerangka. Unit pencatat data terdiri dari komputer, *Analog Digital Converter* (ADC), *strain amplifier*, *strain gauge* sebagai sensor gaya geser dan *potensiometer geser* sebagai sensor pergeseran *shear box* (*deformasi*). Unit penggerak terdiri dari motor listrik, *pulley*, *belt*, batang ulir dan batang pendorong. Variasi kecepatan geser yang digunakan adalah $V_1 = 0,7$ mm/mnt, $V_2 = 2,5$ mm/mnt dan $V_3 = 8,5$ mm/mnt. Untuk jagung variasi kadar airnya adalah 7,5%, 13,7%, dan 22,8%, sedangkan untuk kedelai adalah 6,3%, 10,6%, dan 15,2%.

Berbagai jenis bijian yang diukur yaitu: jagung, kedelai, gabah, beras, kacang merah, kacang hijau dan kacang tanah, mempunyai nilai *angle of internal friction* yang berbeda-beda. Hal ini karena perbedaan sifat (*nature*) dari permukaan masing-masing bijian. Gabah mempunyai nilai terbesar, sedangkan terkecil adalah kacang merah. Gabah berkulit sekam yang kasar, sedangkan kacang merah berkulit halus. Ketiga variasi perlakuan berpengaruh terhadap *angle of internal friction*. Variasi kadar air berpengaruh sangat signifikan dengan hubungan positif untuk kedua bahan dengan persamaan $\phi = 0,3151 \text{ KA (\%wb)} + 31,636$ (jagung) dan $\phi = 1,0045 \text{ KA (\%wb)} + 24,532$ (kedelai). Variasi luas bidang geser berpengaruh positif untuk jagung dengan persamaan $\phi = 0,0325 A + 32,9$, sebaliknya berpengaruh negatif untuk kedelai dengan persamaan $\phi = -0,0273 A + 37,369$. Variasi kecepatan geser berpengaruh positif pada kedelai dengan persamaan $\phi = 0,448 V + 33,496$, sebaliknya berpengaruh negatif untuk jagung dengan persamaan $\phi = -0,1375 V + 36,979$.

Kata kunci: direct shear cell, angle of internal friction, yield locus.

ABSTRACT

STUDY OF ANGLE OF INTERNAL FRICTION OF CEREAL GRAINS USING DIRECT SHEAR CELL

Angle of internal friction is the magnitude of slope angle of yield locus line, which is obtained by linearly regressing curve having the normal stress (σ) as the abscissa and the shear stress (τ) as the ordinate. Angle of internal friction depends on several factors, i.e. particle size and shape, moisture content and nature of the surface. The angle is one of the parameters for designing the bulk solids handling equipment, both equipment for flow, e.g. hoppers, and structures for storage, e.g. bunker and silo (bins).

There are several kinds of devices for measuring the angle of internal friction, i.e. Jenike shear cell, direct shear cell, triaxial cell and ring shear. This study used direct shear cell, which was self designed to measure the angle of internal friction of several kind of cereal grains and also to study the effect of moisture content, shearing area and sliding velocity on angle of internal friction using soybeans and shelled corn as the grain samples. The basic component of direct shear cell were shear box (with the diameter $D_1=7$ cm, $D_2=10$ cm, and $D_3=13$ cm respectively), proving ring, data recorder, driving unit and frame. Data recorder consists of computer, analog digital converter, and stain amplifier, stain gauge as a shear force transducer and potentiometer as a horizontal displacement transducer of shear box. Driving unit consists of motor, pulley, belt, screwed shaft and pushing rod. The various sliding velocity $V_1=0,7$ mm/min, $V_2=2,5$ mm/min, $V_3=8,5$ mm/min is used. The moisture content of samples is 7,5%, 13,7%, and 22,8% for shelled corn, while for soybeans is 6,3%, 10,6%, and 15,2%.

Some kind of grains was measured, i.e. shelled corn, soybeans, unhulled rice, milled rice, kidney bean, green peas, and peanut. The results showed that the angle of internal friction of those grains differ each other. This was caused by different nature of the surface of the grains. Unhulled rice tended to have highest value because of its rough surface of the husk and the smallest one was kidney bean because of its smooth surface. The three treatments affected the value of angle of internal friction. Moisture content had significant effect with positive correlation for two samples, the equations $\phi = 0,3151 KA (\%wb) + 31,636$ and $\phi = 1,0045 KA(\%wb) + 24,532$ were obtained for shelled corn and soybean respectively. Shearing area also had an effect on the angle of internal friction with positive correlation for shelled corn with the equations $\phi = 0,0325 A + 32,9$. However it had negative correlation for soybean with the equations $\phi = -0,0273 A + 37,369$. Sliding velocity had slight effect with positive correlation for soybean with the equations $\phi = 0,448 V + 33,496$. However it had negative correlation for shelled corn with the equations $\phi = -0,1375 A + 36,979$.

Key words: direct shear cell, angle of internal friction, yield locus.