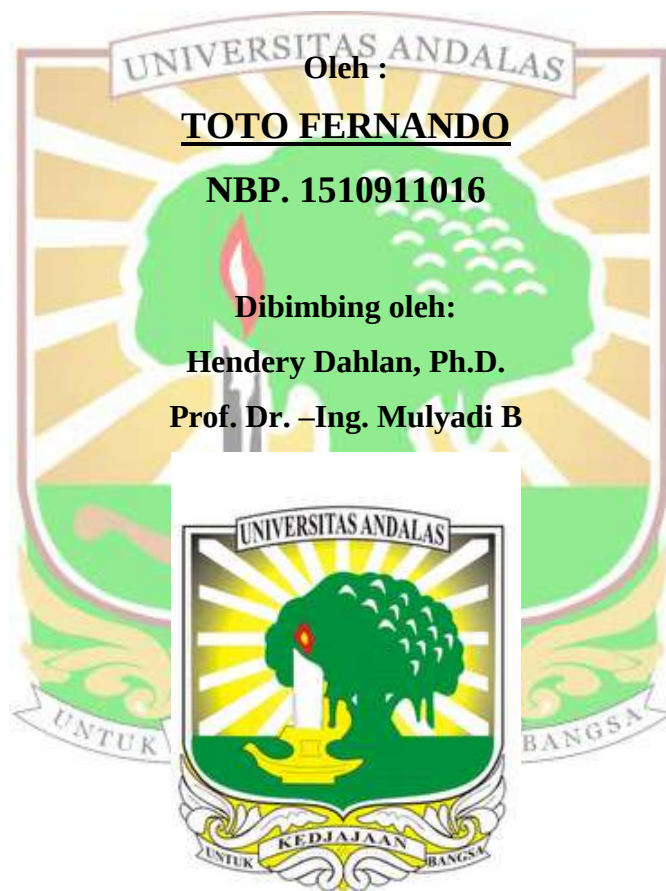


TUGAS AKHIR

**CARA ALTERNATIF DALAM MEMPREDIKSI UMUR
LELAH KARENA BEBAN ACAK SECARA NUMERIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Tahap Sarjana**



Oleh :

TOTO FERNANDO

NBP. 1510911016

Dibimbing oleh:

Hendery Dahlan, Ph.D.

Prof. Dr. –Ing. Mulyadi B

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG, 2020

ABSTRACT

Wind turbines operate in the conditions of inconstant wind speed with the possibility of carrying rough materials (such as: gravel) causing cracks in the wind turbine blades. It leads to the phenomenon of fatigue crack in the blades and increases the potential of sudden breaking in the blades during operation. In order to know when the blades must be replaced, periodic maintenance can be functioned with the principle to check the condition of the blade whether it is safe until the next maintenance schedule. There is a method for predicting fatigue life of crack components under random load, namely the RMS model method, which occupies the Paris law principle. This method cannot explain the propagation of cracks during loading because it uses the root mean square load of the random loads; therefore an alternative method was made to explain the crack propagation during operation, called the cumulative cracking method, with the expectation to increase the accuracy of the fatigue life prediction of the crack components. To obtain this method, it was necessary to disclose the relationship between the stress intensity factor at the tip of the crack and the change in crack length and wind speed, the Paris law constant, and the relationship between fracture and wind speed. Later, the relationship between the increasing of crack length and the loading of cycle could be determined, then when the increasing of the crack length reached the length of the fracture, by observing the history of wind speed and calculating how much fatigue life or loading cycle was needed for the blade to break, the relationships among these aspects could also be determined. Based on the results of the prediction of fatigue life on variations in the initial crack length, when the initial crack length was 0.001 m, the prediction of fatigue life in the RMS method was 507 cycles while the cumulative cracking method was 1312 cycles. The difference in the fatigue life prediction of the two methods was getting smaller along with the addition of the initial crack length, when the initial crack length was 0.1 m, the fatigue life prediction was obtained in the RMS method of 16 cycles while the cumulative cracking method was 65 cycles and the two methods had similar graphical patterns as the result of age prediction toward the variations of initial crack length.

Keyword : blade, fatigue crack, fatigue life, random load, Paris law

SARI

Turbin angin beroperasi dikondisi kecepatan angin tidak konstan dengan kemungkinan membawa partikel kasar (seperti : kerikil) yang menyebabkan keretakan pada sudu turbin angin, hal ini menyebabkan terjadinya fenomena retak lelah pada sudu dan meningkatkan kemungkinan sudu untuk patah seketika selama beroperasi. Untuk mengetahui kapan sudu harus diganti dapat digunakan perawatan berkala yang berprinsip memeriksa keadaan sudu tersebut apakah aman sampai jadwal perawatan selanjutnya. Ada sebuah metode dalam memprediksi umur lelah pada komponen retak di bawah beban acak, yaitu metode model RMS, yang menggunakan prinsip hukum Paris. Metode tersebut tidak bisa menjelaskan penjaran retak selama pembebanan karena menggunakan beban *root mean square* dari beban acaknya, untuk itu dibuat sebuah cara alternatif yang menjelaskan pejaran retak selama beroperasi dengan harapan akan meningkatkan akurasi prediksi umur lelah pada komponen retak dan dinamakan metode retak kumulatif. Untuk mendapatkan cara tersebut harus diketahui dahulu hubungan antara faktor intensitas tegangan diujung retak terhadap perubahan panjang retak serta kecepatan angin, konstanta hukum Paris, dan hubungan retak patah terhadap kecepatan angin. Setelah itu ditentukan hubungan pertambahan panjang retak terhadap siklus pembebanan, kemudian dicari kapan pertambahan panjang retak mencapai panjang retak patahnya dengan memperhatikan riwayat kecepatan angin dan dihitung berapa umur lelah atau siklus pembebanan yang dibutuhkan agar sudu tersebut patah. Berdasarkan hasil prediksi umur lelah terhadap variasi panjang retak awal, saat panjang retak awal 0.001 m didapat prediksi umur lelah pada metode RMS sebesar 507 siklus sedangkan pada metode retak kumulatif 1312 siklus. Selisih prediksi umur lelah dari kedua metode tersebut semakin kecil sepanjang penambahan panjang retak awal, saat panjang retak awal 0.1 m didapat prediksi umur lelah pada metode RMS sebesar 16 siklus sedangkan pada metode retak kumulatif 65 siklus dan kedua metode tersebut memiliki kemiripan pola grafik hasil prediksi umur lelah terhadap variasi panjang retak awal.

Kata kunci : *sudu, retak lelah, umur lelah, beban acak, hukum Paris*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis sampaikan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis telah dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Laporan ini ditulis untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tahap sarjan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

Pada kesempatan kali ini penulis ucapkan terimakasih kepada Hendery Dahlan, Ph.D dan Prof. Dr.-Ing. Mulyadi Bur yang telah membimbing, memberikan pengajaran, nasehat, dan diskusi-diskusi dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Disamping itu Prof. Dr.-Ing. Mulyadi Bur juga sebagai kepala Laboratorium Dinamika Struktur, tempat dimana penulis melaksanakan tugas akhir. Selanjutnya kepada Dr.-Ing. Agus Sutanto yang telah membimbing dalam hal akademik penulis dari awal masuk Jurusan Teknik Mesin sampai sekarang.

Semua yang penulis kerjakan ini tidak ada artinya tanpa dukungan orang tua, saudara beserta orang-orang terdekat penulis. Pengertian, dukungan moril maupun materil dan doa mereka selama penulis menempuh pendidikan merupakan dorongan yang tidak ternilai. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka semua.

Terakhir, ucapan terima kasih kepada seluruh asisten Laboratorium Dinamika Struktur yang telah membantu dalam pelaksanaan tugas akhir ini dan kepada teman-teman M28 serta seluruh teman-teman di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas yang juga telah memberikan dorongan dan motivasi.

Penulis masih menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu dengan lapang dada dan tangan terbuka penulis membuka selebar-lebarnya masukkan saran dan kritikan dari pembaca agar tugas akhir ini dapat disempurnakan.

Padang, Juli 2020

Penulis