

PENELITIAN KEKUATAN STRUKTUR SIRIP ASIMETRI ROKET SPIN TERHADAP PERBEDAAN GEOMETRI

Lidia Kristina Panjaitan

Pusat Teknologi Dirgantara Terapan
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Jl. Raya Lapan Rumpin-Bogor
daily_christin@yahoo.com

ABSTRACT

Spin rocket represents one of the rockets that are designed to be able to reach bigger trajectory and accuracy of target. However it was required to be reckoned the influence of unsymmetric fin platform structure, which its most optimal performance by the effect of loading aerodynamic. By examination of structure strength through loading of bending moment with simulation of NXNASTRAN / FEMAP four unsymmetric fin design, so that maximum tension, minimum tension, tension around loading area and influence form fin platform could be obtained.

Keywords: *Unsymmetry fin, Spin rocket, Strenght of structutre, Fin planform*

PENDAHULUAN

Pengembangan peroketan Lapan yang telah melalui uji kinerja terbang masih belum memenuhi target awal perancangan yaitu untuk mencapai ketinggian dan jarak jangkauan yang maksimal dan tepat sasaran. Permasalahan ini terjadi akibat beberapa hal yang salah satunya adalah akibat desain sirip yang kurang optimal. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerjanya adalah dengan membuat roket *spin* selama penerbangan.

Roket *spin* adalah merupakan roket yang didesain *rolling* secara terus-menerus selama penerbangan dengan kecepatan putar tertentu yang biasa dinyatakan dalam *degree per second* (dps). Untuk melakukan *spin*, salah satu cara yang dilakukan adalah dengan membuat bentuk sirip asimetri. Berbagai bentuk sirip asimetri didesain berdasarkan misi yang akan dilakukan serta wilayah kecepatan terbang yang dapat ditempuh.

Salah satu kelebihan desain model asimetri dibandingkan dengan model sirip roket pada umumnya adalah dari perbedaan trajektori, di mana baik jarak dan ketinggian jangkauannya jauh

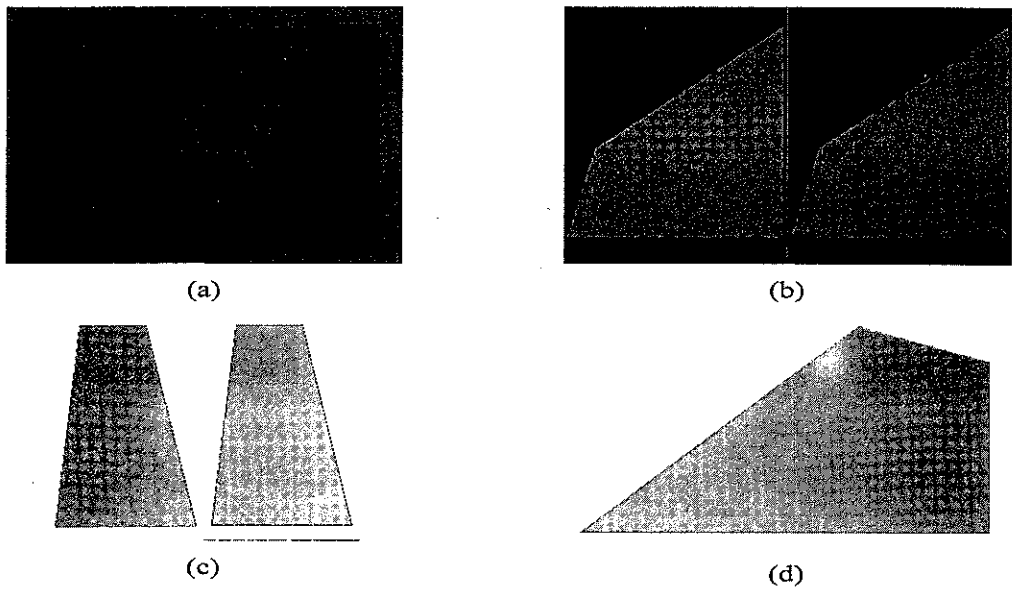
lebih besar. Tetapi ada hal yang harus diperhatikan sebagai dampak dari men-*spin* roket, yaitu pengaruh pada stuktur akibat pembebanan aerodinamik yang berbeda dari roket biasa terutama pada daerah sambungan dengan bodi.

Sirip mengalami beban *bending* yang paling besar saat roket terbang *spin* selama penerbangan. Untuk itu dengan menggunakan perangkat lunak NXNASTRAN/FEMAP¹ akan diuji seberapa besar *momen bending* yang diterima struktur sirip, dan bagaimana bentuk "*planform*" sirip yang paling optimal menerima beban *bending* tersebut.

BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan awal penelitian adalah mengambil data sirip roket *spin* yang pernah dan akan diterbangkan antara lain bentuk "*planform*" dan luas area sirip roket RX-320, RX-1512, RX-1515, dan RX-2428 dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

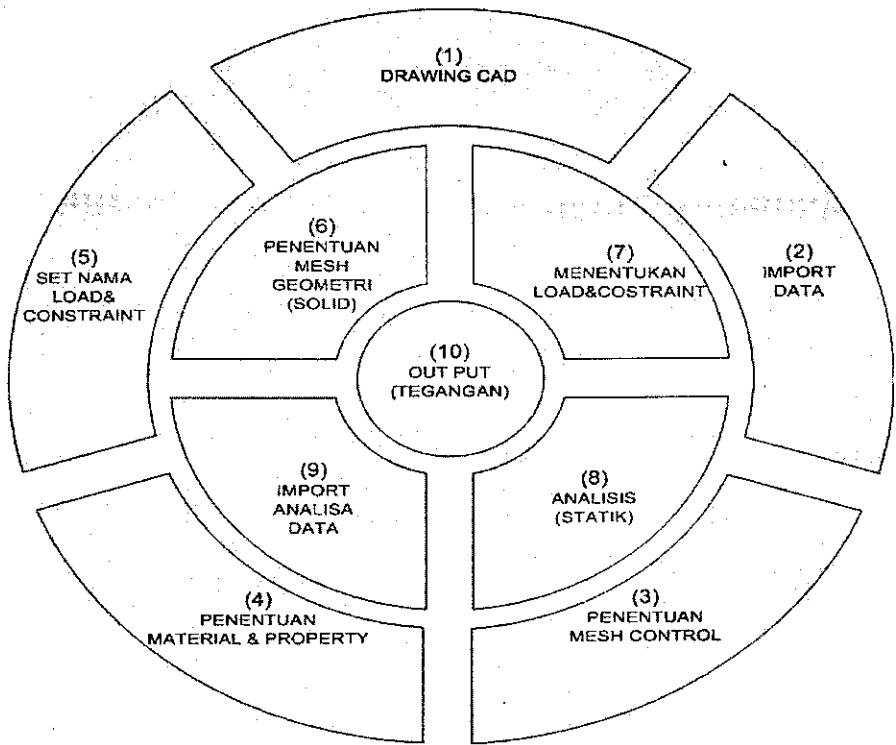
Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan kekuatan struktur dengan menggunakan perangkat lunak NXNASTRAN/FEMAP



Gambar 1. Bentuk “planform” sirip (a) Sirip RX-320, (b) Sirip RX-1512, (c) Sirip RX-1515, (d) Sirip RX-2428

Tabel 1. Tabel Luas Area Sirip RX-320, RX-1512, RX-1515, dan RX-2428

No	SIRIP	LUAS AREA (m ²)
1.	RX-320	0.137
2.	RX-1512	0.73
3.	RX-1515	0.76
4.	RX-2428	0.194



Gambar 2. Tabel luas area sirip RX-320, RX-1512, RX-1515, dan RX-2428

(Gambar 3). Hasil studi kasus ini dipakai menjadi acuan dalam perancangan sirip asimetri untuk fungsi sirip yang optimal.

Pada awalnya model “*planform*” sirip dibuat dengan *drawing* CAD, kemudian geometri tersebut dimasukkan sebagai data awal pada NXNASTRAN/FEMAP. Selanjutnya menentukan *mesh control* untuk menentukan ukuran *mesh* model, sehingga hasil perhitungan simulasi akan optimal. Kemudian ditentukan material yang dipakai yaitu AL-2024 dan propertinya adalah solid. Sebelum memasukkan *mesh* geometri berupa solid *mesh*, terlebih dahulu ditentukan nama *load* dan *constraint* yang akan diterapkan.

Pembebanan yang dipakai sebagai gambaran momen *bending* adalah dengan mengaplikasikan *load* pada pusat daerah momen tersebut terjadi, sementara *constraint* yang berupa *support* adalah *constraint fixed* pada salah satu permukaan sirip yaitu daerah yang menggambarkan sambungan antarsirip dan bodi (*root chord*).

Setelah semua proses ini lengkap maka data-data tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis statik, kemudian hasil dari analisis ini secara otomatis diimpor, maka diperoleh hasil berupa tegangan maksimum, minimum, dan bagaimana tegangan di sekitar area pembebanan *momen bending*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

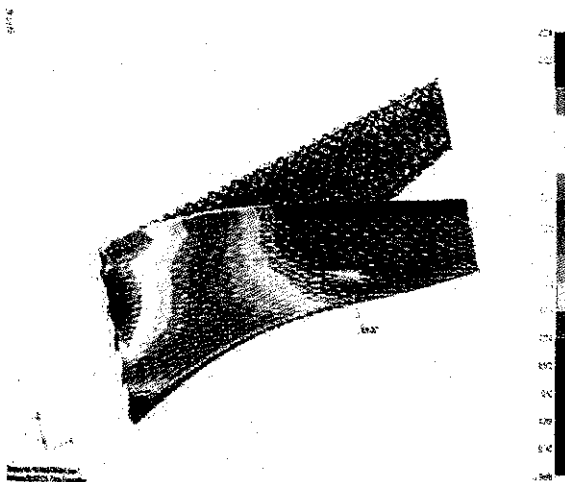
Gaya yang diberikan berupa *load* pada setiap “*planform*” sirip asimetri RX-320,RX-

1512,RX-1515, dan RX-2428 untuk perhitungan kekuatan struktur yang dilakukan dengan NXNASTRAN/FEMAP adalah gaya terhadap sumbu Z (arah negatif) sebesar 29.057 Newton (N). Dengan adanya penerapan *load* ini sirip diasumsikan mengalami *bending* momen yaitu akibat *spin* selama penerbangan.

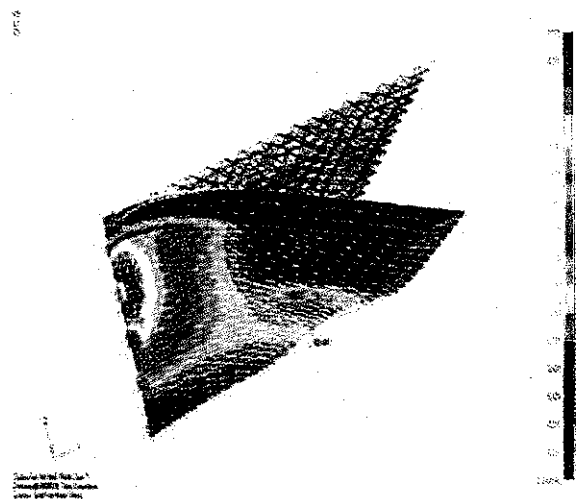
Berikut adalah hasil perhitungan kekuatan struktur sirip asimetri RX-320,RX-1512,RX-1515, dan RX-2428 berdasarkan simulasi komputasi.

Pada Gambar 4 dapat dilihat dengan pembebanan *bending* 29.057 N, tegangan maksimum 3.519×10^3 Newton/meter² (N/m²) terjadi pada bagian sirip yang diterapkan *constraint* dari ujung sampai pertengahan *root chord*, dan tegangan minimum 7.72 N/m² berada pada sepanjang *tip chord* sirip. Sementara pada bagian sirip yang diterapkan *load* juga mengalami tegangan yang cukup besar 1.547×10^3 N/m².

Pada Gambar 5 dapat dilihat dengan pembebanan *bending* 29.057 N, tegangan maksimum 3.915×10^3 N/m² terjadi pada bagian tengah sirip tengah *root chord* yang diterapkan *constraint*. Tegangan minimum 8.465×10^{-2} N/m² berada pada sebagian kecil pada *tip chord* sirip, sementara untuk sebagian besar *tip chord* cukup variatif yaitu antara $8.465 \times 10^{-2} - 0.978 \times 10^3$ N/m². Kemudian pada bagian sirip yang diterapkan *load* juga mengalami tegangan yang sangat besar 3.669×10^3 N/m² tapi tidak sebesar pada bagian sirip yang diterapkan *constraint*.



Gambar 3. Pemodelan struktur sirip asimetri RX-320



Gambar 4. Pemodelan struktur sirip asimetri RX-1512

Pada Gambar 6 dapat dilihat dengan pembebanan *bending* 29.057 N, tegangan maksimum $3.594 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ terjadi pada bagian tengah sirip tengah *root chord* yang diterapkan *constraint*, dan tegangan minimum 9.891 N/m^2 berada pada *tip chord* sirip. Sementara pada bagian sirip yang diterapkan *load* juga mengalami tegangan yang cukup besar $2.474 \times 10^3 \text{ N/m}^2$.

Pada Gambar 7 dapat dilihat, dengan pembebanan *bending* 29.057 N, tegangan maksimum $3.142 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ terjadi pada bagian tengah sirip yang diterapkan *constraint* tapi daerah yang mengalami tegangan maksimum ini tidak terlalu luas. Sementara dan tegangan minimum $0.188 \times 10^2 \text{ N/m}^2$ berada pada sepanjang *tip chord* sirip. Pada bagian sirip yang diterapkan *load* tidak mengalami tegangan yang cukup besar $1.194 \times 10^3 \text{ N/m}^2$.

Dengan melihat grafik pada Gambar 8 tegangan maksimum terbesar terjadi pada "*planform*" sirip RX-1512, oleh karena area siripnya memiliki luas paling kecil di antara ketiga sirip lainnya. Besar tegangan yang terjadi tergantung pada perbandingan gaya yang diberikan terhadap luas area benda². Maka tegangan maksimum terkecil dialami sirip RX-2428 yang luas areanya jauh lebih besar di antara keseluruhan sirip.

Selain itu tegangan maksimum yang terjadi pada sirip RX-320 dan RX-1515 perbedaan satu sama lain tidak terlalu signifikan, meskipun luas masing-masing sirip sangat berbeda. Hal ini terjadi

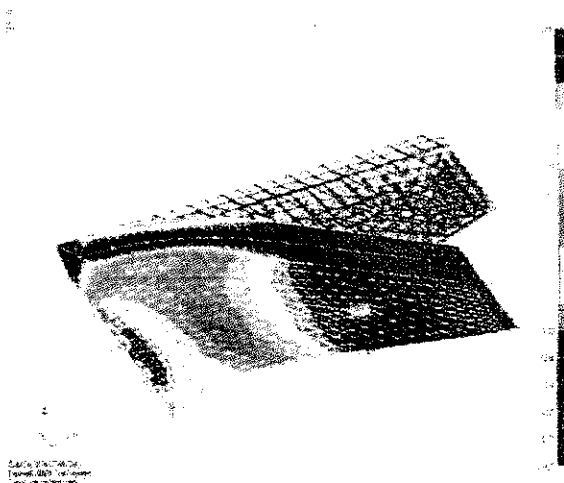
oleh karena bentuk "*planform*" kedua sirip tersebut hampir sama.

Pada Gambar 9 tegangan minimum terkecil dialami sirip RX-1512 oleh karena regangan yang terjadi lebih besar di antara yang lain. Elastisitas yang terjadi pada suatu benda tergantung pada besar perbandingan tegangan terhadap regangan yang dialami³. Maka akibat regangan yang dialami sirip RX-1512 cukup besar sehingga tegangan minimumnya sangat kecil, sementara tegangan minimum yang terbesar terjadi pada sirip RX-2428. Jadi perbedaan tegangan minimum yang dialami keseluruhan sirip cukup signifikan.

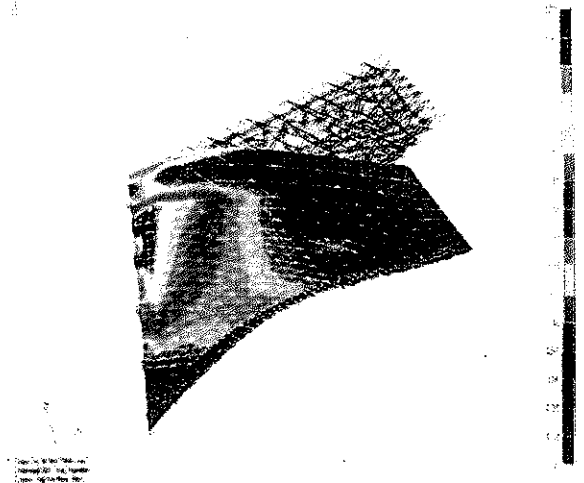
Pada Gambar 10 terlihat bahwa sirip RX-1512 mengalami tegangan yang paling besar dengan penerapan *load* yang sama dibandingkan dengan ketiga sirip lainnya. Hal ini terjadi disebabkan tegangan maksimum yang paling besar dialami oleh "*planform*" sirip RX-1512. Sementara itu, sirip yang mengalami tegangan paling kecil adalah sirip RX-2428.

KESIMPULAN

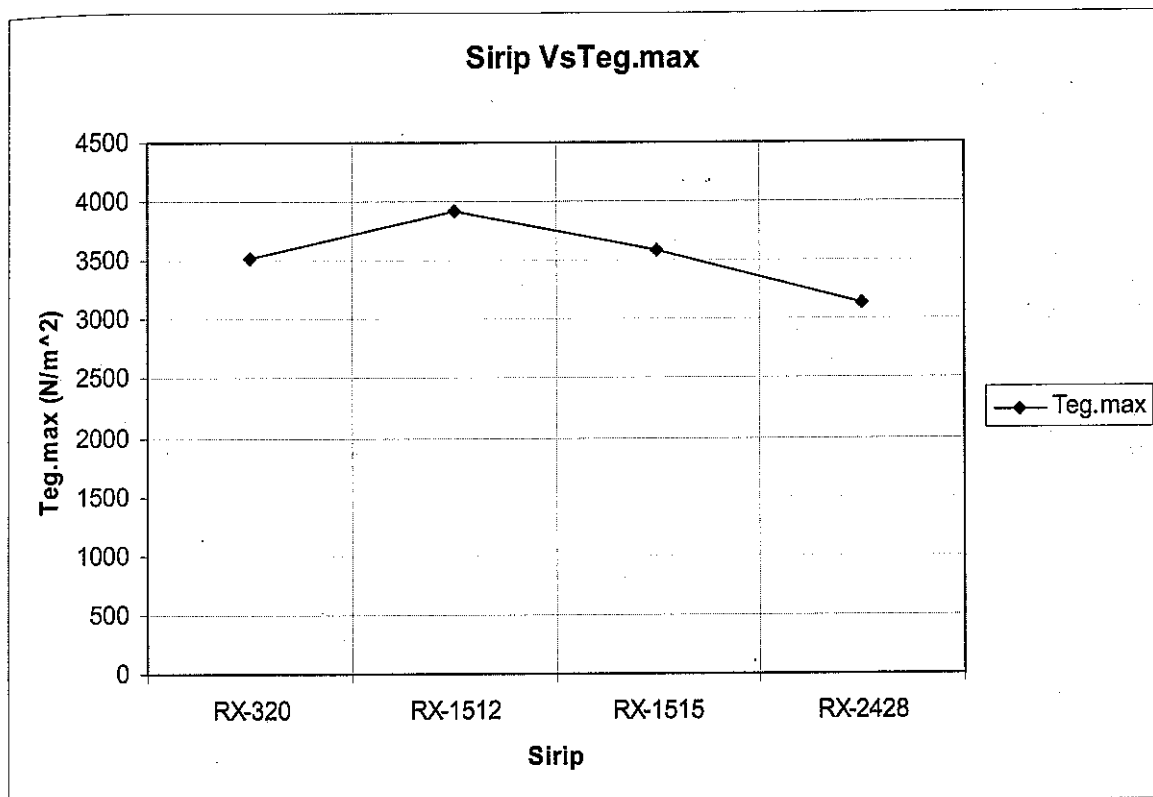
Pada dasarnya tegangan maksimum yang dialami bentuk "*planform*" sirip asimetri RX-320, RX-1512, RX-1515, dan RX-2428 untuk roket *spin* tidak terlalu berbeda jauh, yang berarti desain keseluruhan sirip tersebut cukup baik. Namun bentuk "*planform*" sirip kinerjanya yang paling optimal berdasarkan tegangan di sekitar area pembebanan dan maksimum yang dialami adalah sirip RX-2428, meskipun tegangan minimumnya merupakan yang terbesar di antara



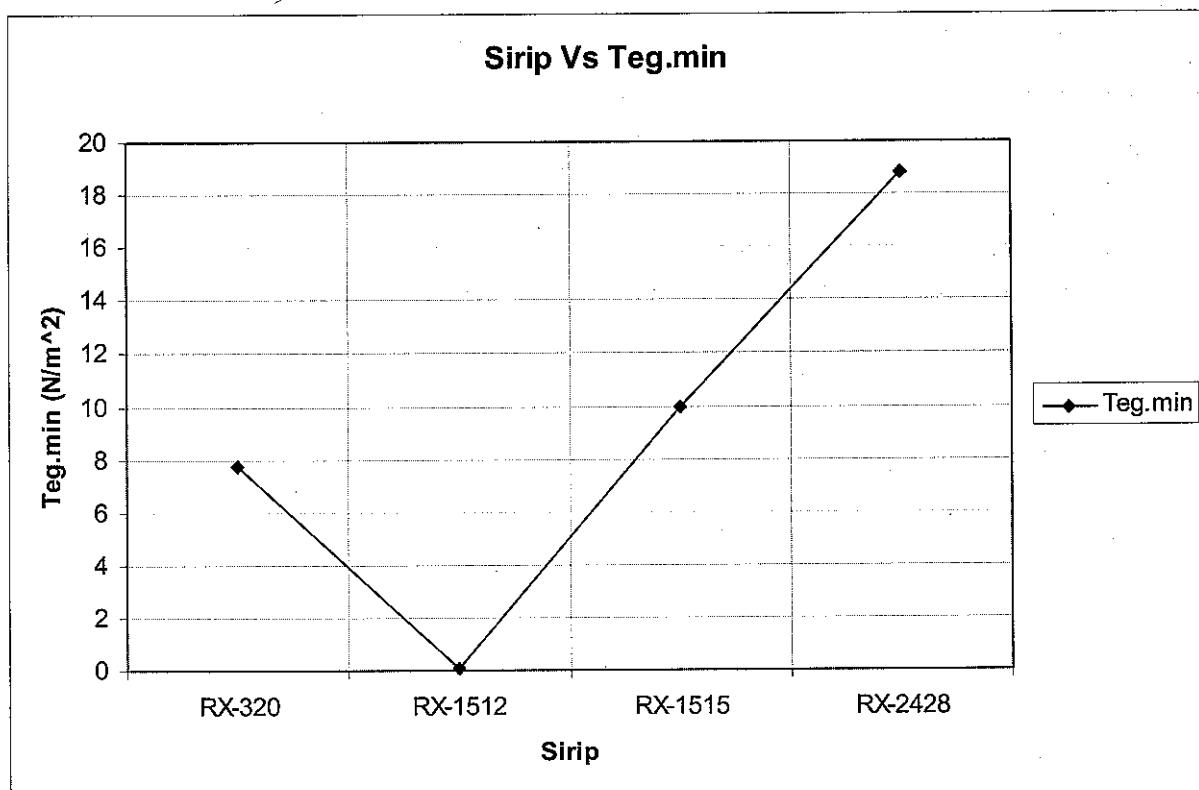
Gambar 5. Pemodelan struktur sirip asimetri RX-1515



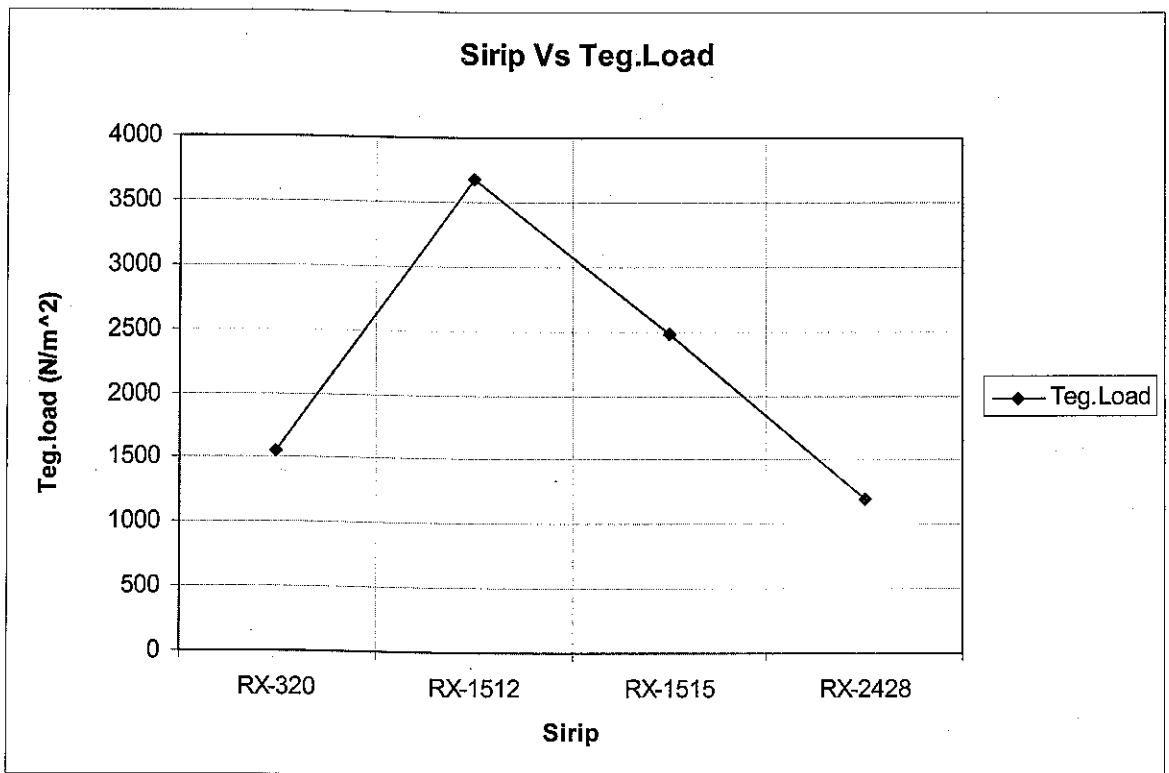
Gambar 6. Pemodelan struktur sirip asimetri RX-2428



Gambar 7. Grafik tegangan maksimum vs sirip



Gambar 8. Grafik tegangan minimum vs sirip



Gambar 9. Grafik tegangan *load* vs sirip

yang lainnya. Hal ini tidak terlalu berpengaruh terhadap kekuatan struktur sirip.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Bapak T. Sembiring dari Pusat Penelitian Fisika LIPI Bandung yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan ini, dan Bapak Teuku Ichwanul dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional atas bantuan menggambar desain sirip.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Femap. 2004. *Nastran Analysis*, Femap 90: *Nastran for FEMAP Analysis Help*.
- ²Anderson, T.L. 1991. *Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications*. Texas: CRC Press.
- ³Broek, David. 1987. *Elementary Engineering Fracture Mechanic*. Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.