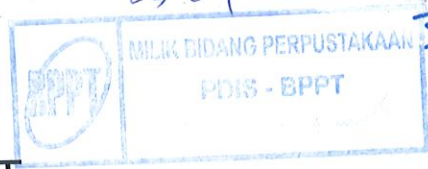


KTLG-ADA

~~4507~~

L3'04

350



MISSION REPORT

UJI DINAMIS BLAST EFFECT BOMB

Oleh : Ir. Akhmad Rifai
NIP. 680001309

Disusun sebagai bahan masukan
Kepada Kementerian Riset dan Teknologi / Ka. BPPT
Untuk membuat kebijakan tentang pengadaan Alut Sista TNI.

Mengetahui
Direktur Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Industri Pertahanan dan Keamanan

A large, stylized handwritten signature in blue ink, appearing to read "Adik".

Ir. Adik A. Soedarsono MSIE, PhD.
NIP. 680001663

PERPUSTAKAAN	
No. Induk	0061/H/06
Klasifikasi	
Subjek	
Harga / Asal	
Pemb. / Had / Tk	
Katalog	
Dit	29-07-2006

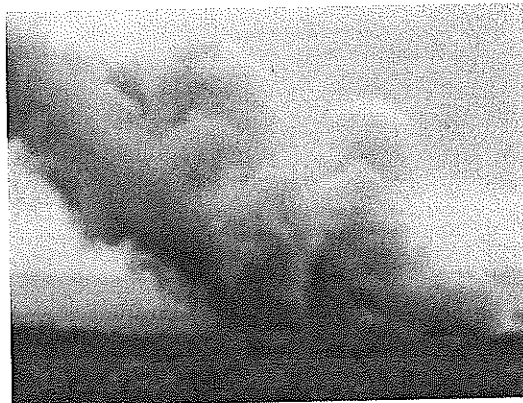
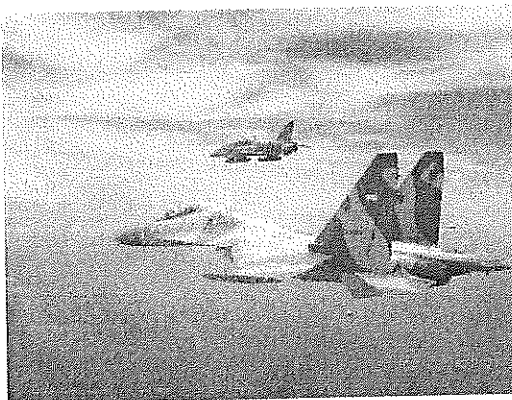
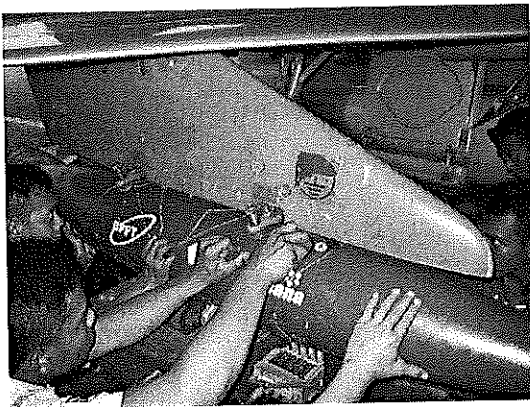
PUSAT PENGAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI PERTAHANAN DAN
KEAMANAN
DEPUTI BIDANG TEKNOLOGI INDUSTRI RANCANG BANGUN DAN
REKAYASA
BADAN PENGAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
MARET 2005

DAFTAR ISI

	Halaman
I. Pendahuluan	2
II. Konsep Perancangan	2
III. Weight and Balance	3
IV. Test Bomb Plan	3
V. Hasil Pengujian	6
VI. Perancangan Struktur	7
VII. Perancangan Aerodinamik	7
VIII. Kesimpulan	10
DAFTAR PUSTAKA	10

Uji Dinamis Blast Effect Bomb

Mission Report
Oleh : Akhmad Rifai



AWR PANDANWANGI DAN LANUD ISWAHJUDI MADIUN
JAWA TIMUR, 22 MARET 2005

MISSION REPORTS

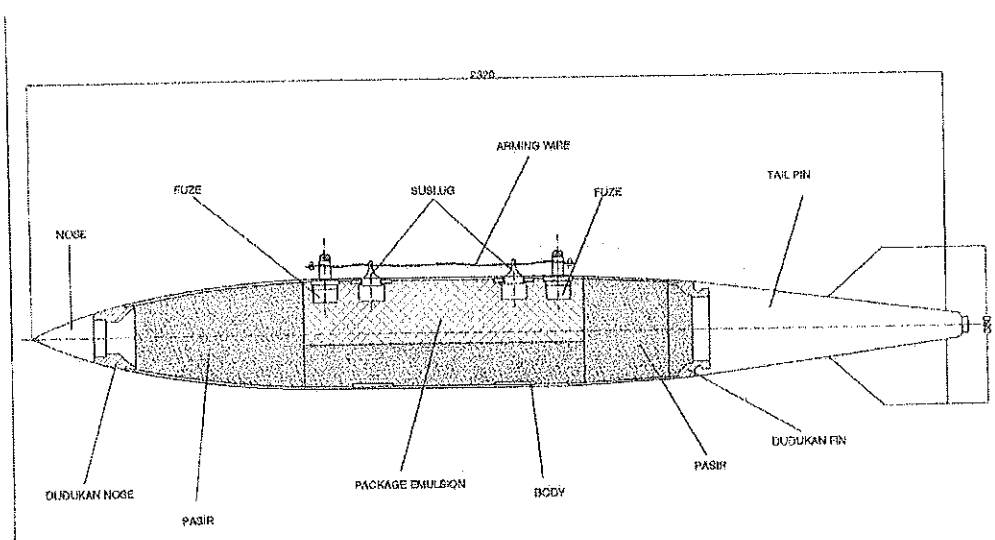
I. Pendahuluan

Salah satu upaya untuk meningkatkan dan memelihara kemampuan operasional dalam mempertahankan kedaulatan udara nasional adalah tersedianya materiil senjata udara yang cukup untuk melaksanakan tugas operasi pertahanan dan tugas latihan. Penyediaan materiil senjata udara TNI AU khususnya bom sampai saat ini sebagian masih tergantung dari pengadaan luar negeri. Ketergantungan ini seringkali sangat mengganggu kesiapan operasi dan latihan. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut perlu upaya-upaya secara bertahap mengurangi ketergantungan pada luar negeri dengan cara meningkatkan kemandirian serta mendayagunakan potensi Nasional yang ada terutama penguasaan teknologi pembuatan jenis *Blast Effect Bomb*. *Blast Effect Bomb* adalah salah satu jenis bom yang memiliki efek suara yang relatif besar.

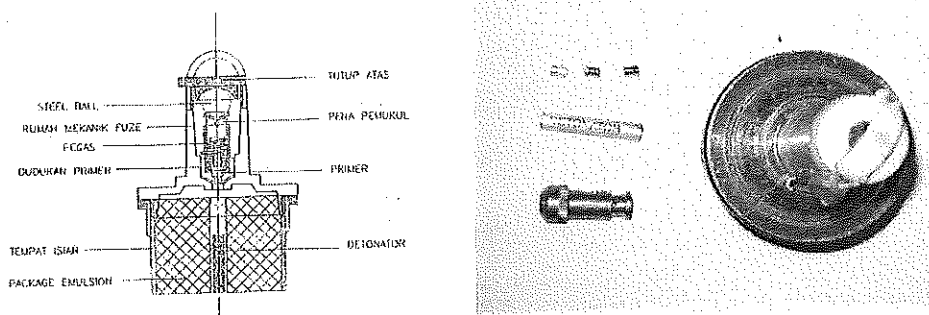
Saat ini TNI – AU telah memiliki bom latihan jenis MK 82 yang beratnya 250 kg dan Bom Latih Asap 250 kg (BLA-250), tapi penggunaan bom latihan tersebut kurang memberikan efek dalam latihan, terutama terhadap penerbang, karena berdasarkan masukan yang diterima dari penerbang, diinginkan adanya bom latihan yang bisa memberikan efek sesungguhnya terhadap penerbang seperti saat menjatuhkan bom tajam. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian tentang *Blast Effect Bomb* yang berfungsi sebagai bom latihan tapi dapat memberikan efek suara seperti bom tajam dengan memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya manusia untuk memproduksi sendiri *Blast Effect Bomb*.

II. Konsep Perancangan

- Konfigurasi dasar bom terdiri dari body bom, isian dan sistem fuze (Gb. 1).
- Rancangan ditekankan pada struktur body bom, komposisi isian dan sistem fuze
- Bom berfungsi sebagai jenis Bom Latih yang ada efek suara seperti Bom Tajam tetapi sedikit fragmentasi dan efek kerusakan.
- Dapat berfungsi sebagai *Psywar*.
- Dapat dioperasikan pada pesawat tempur kecepatan rendah dan kecepatan tinggi (A-4, F-5, F-16 dan Hawk 100/200)
- Tidak memerlukan penanganan khusus dalam pemeliharaan dan penyimpanan
- Memenuhi persyaratan keamanan dalam terbang baik dalam operasi maupun dalam latihan



Gambar 1. Design Blast Effect Bomb



Gambar 2. Susunan Fuze

III. Weight and Balance

- Berat total bom ± 125 kg
- Letak CG harus ditentukan diantara suspension lug, dengan toleransi letak CG adalah 15 mm ke belakang dan 25 mm ke depan. Letak CG ini akan berpengaruh terhadap stabilitas terbang bom.
- Pergerakan CG ke depan lebih baik dibanding dengan kebelakang, hal ini akan dipengaruhi dari berat ekor bom. Semakin ringan ekor bom akan semakin baik stabilitas terbangnya.

IV. Test Bomb Plan.

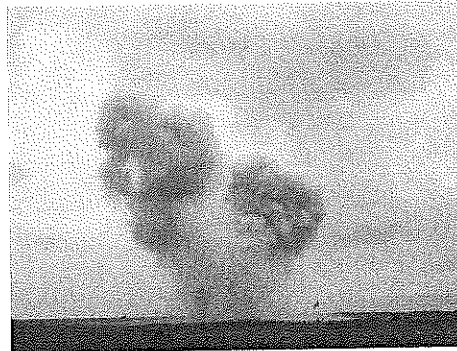
IV-1. Uji Statis

- Uji statis dilakukan pada tanggal 17 Desember 2003 di AWR Pandanwangi – Lumajang. Bom yang telah diuji sebanyak 6 (enam) buah.

- Uji statis dimaksudkan untuk melihat apakah sistem fuze dapat bekerja dengan baik, begitu juga isian bahan peledak yang terbuat dari bahan *Emulsion explosive (commercial grade)* dapat meledak dengan sempurna atau tidak.
- Cara peledakkannya dengan menjatuhkan benda seberat $\pm 0,5$ kg dengan ketinggian ± 40 cm yang diikat dengan tali. Pemutusan tali dilakukan dengan cara meledakkan detonator yang menempel pada tali tersebut dari jarak ± 500 meter.
- Parameter yang diukur dari hasil uji statis adalah besaran suara dan dari hasil pengamatan suara ledakan (*sound level*) Blast Effect Bomb rata² > 90 dB.
- Suara ledakan (*sound level*) Blast Effect Bomb yang telah diperoleh lebih tinggi bila dibandingkan dengan Bom Tajam BT 250 (rata² < 90 dB), dengan cacatan : jumlah explosive BEB ± 30 Kg (jenis *emulsion explosive*) dan peledakkannya diletakkan diatas tanah, sedangkan Bom Tajam dengan isian explosive dari TNT (± 70 Kg) diledakkan didalam tanah.
- System Fuze yang telah dirancang tidak mengalami kendala.



Gambar 3. Persiapan uji statis



Gambar 4. Asap ledakan

IV.2. Uji Struktur

Pengujian struktur BEB dilakukan pada tanggal 24 Februari 2004 di LUK – Serpong dimaksudkan untuk :

- Mengetahui kemungkinan terjadinya frekwensi probadi pada frekwensi 5 s/d 15 Hz melalui pengukuran getaran.
- Kekuatan sistem gantungan dan struktur bom terhadap pembebanan dinamis dan beban kejut.

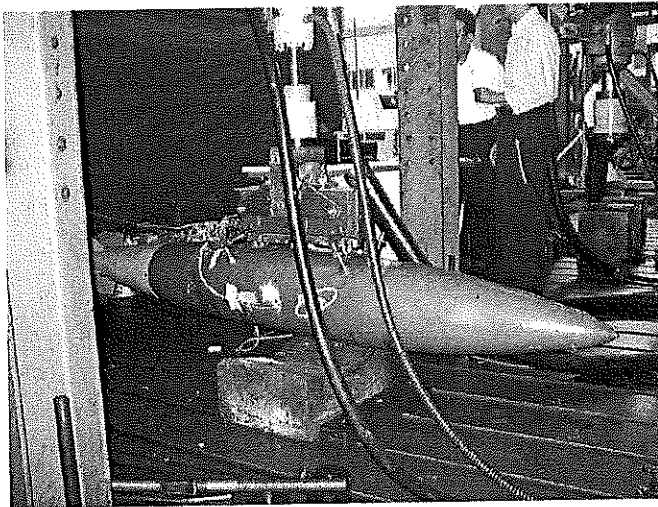
IV.2-1. Hasil pengukuran getaran untuk mengetahui frekwensi pribadi

Dari hasil pengukuran dan pengamatan dapat disimpulkan bahwa frekwensi dari struktur *Blast Effect Bomb* adalah lebih dari 30 Hz, karena sampai kondisi ini amplitudo getaran yang terjadi cenderung masih naik. Karena itu jika frekwensi pribadi sayap pesawat pengangkutnya sekitar 5 s/d 15 Hz, maka dalam

penggunaannya tidak akan terjadi resonansi antara bom dan sayap pesawat pengangkutnya (masih aman).

IV.2-2. Ketahanan struktur bom terhadap beban dinamis dan beban kejut.

Pengujian dinamis dilakukan sampai dengan 157.220 siklus dengan frekwensi 8 Hz (setara dengan 2 x 3 jam pengujian dinamis sebelumnya dengan frekwensi sekitar 7,3 Hz pada bom dengan *container* terbuat dari besi cor, dimana bom jenis ini tidak mengalami kerusakan). Dari hasil pengujian dinamis terlihat bahwa bom dengan struktur *fiberglass* tidak mengalami kerusakan. Secara umum struktur bom yang lain seperti system gantungan, *container* dan nose tidak mengalami kerusakan selama pengujian dengan beban dinamis.



Gambar 5. Uji getar dan struktur

IV.3 Uji dinamis

Pengujian dinamis dilaksanakan pada tanggal 22 Maret 2005 di *Area Weapon Range (AWR)* Pandanwangi – Lumajang dengan menggunakan Pesawat F-5E Tiger dengan mengambil tempat take off dari Lanud Iswahjudi Madiun. Bom yang diuji dinamis sebanyak 4 buah dan dipasang pada *inner pylon* kiri dan kanan pada pesawat F-5E Tiger.

Tahapan kegiatan pengujian dinamis :

- Pemeriksaan kelengkapan bom, diantaranya *fuze*, *arming wire*, *fin* dan *suspension lug*. Pada saat pemasangan di pesawat yang perlu diperhatikan adalah pengepasan *suslug* dan *sway brace* harus sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan.
- Bom dipasang pada kedua sayap pesawat masing-masing 2 (dua) buah pada station 3 dan 7 dengan menggunakan alat bantu penggantung bom yaitu TER (*Triple Ejector Rack*), (lihat Gambar 5).

- Pesawat melakukan *taxy* menuju *arming de-arming area* untuk mencabut pin pada TER, kemudian pesawat *take off* menuju AWR Pandanwangi.
- Selama *taxy*, *take off* maupun penerbangan menuju sasaran, Penerbang diminta untuk memperhatikan kondisi bom yang dibawanya yang dilakukan oleh *observer*.
- Setelah pesawat pembawa bom sampai di AWR, melakukan kontak dengan *Range Safety Officer (RSO)* untuk koordinasi *safety* dan pada *run* berapa dilakukan bombing.
- Para petugas didarat melakukan pengamatan bom yang dijatuhkan dari pesawat yaitu tentang stabilitas bom atau *trayektory*, apakah bom tersebut stabil atau tidak.
- Setelah bom jatuh sampai di target, yang perlu diperhatikan adalah, apakah bom meledak atau tidak dan tim pengamat mencatat berapa besar efek suara yang terjadi pada jarak 1 km dengan menggunakan peralatan *Sound Level Meter*. Dalam pengujian ini tidak dinilai tentang perkenaan bom pada target.

V. Hasil Pengujian

BEB yang telah diuji dinamis berjumlah 4 (empat) buah dengan menggunakan pesawat F-5E Tiger dengan hasil uji sebagai berikut :

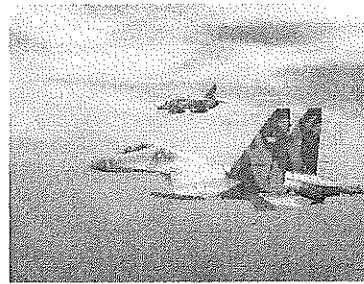
NO.	Pesawat Pembawa	Trayektory	Pitching	Fuze	Keterangan
1.	F-5E Tiger	Cukup bagus	Sedikit	Bagus	Meledak
2.	F-5E Tiger	Tidak bagus	Banyak	Bagus	Meledak
3.	F-5E Tiger	Cukup bagus	Sedikit	Bagus	Meledak
4.	F-5E Tiger	Tidak bagus	banyak	Bagus	Fin lepas, Meledak



Gb. 6, Pemasangan Bom



Gb. 7. Pesawat siap *taxy* Dan *Take off*



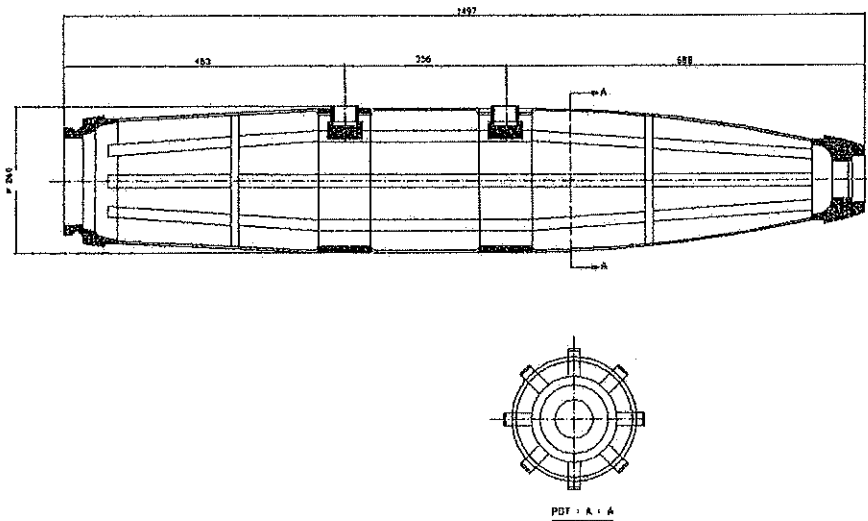
Gb. 8 Pesawat *Observer* dan Pembawa Bom



Gb. 9. Asap Ledakan Bom

VI. Perancangan Struktur

- Struktur BEB terdiri dari struktur utama (*main frame*) dan kulit (*skin*)
- *Main frame* dibuat dari rangka besi strip yang dibentuk sesuai bentuk bom yang menghubungkan bagian *nose* sampai dengan bagian ekor (Gb. 2).
- Pada struktur dipasang 2 buahudukan *suspension lug* yang berjarak 14" (std Nato) sebagai tempat penggantung bom pada pesawat
- *Skin* terbuat dari *fiberglass* yang mempunyai sifat mudah dibentuk sesuai cetakan yang telah direncanakan.



Gambar 10. Kerangka Blast Effect Bomb

VII. Perancangan Aerodinamik

Bom konvensional biasanya di dalam operasinya dijatuhkan dari pesawat tempur yang terbang dengan kecepatan tertentu. Bom dijatuhkan dari pesawat dengan kecepatan yang tinggi itu mempunyai karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan dimensi bom serta kecepatan dan arah "terbang" bom tersebut.

Untuk memperoleh prediksi trajectory bom yang akurat diperlukan data-data aerodinamika bom yang teliti. Data eksperimen yang akurat akan sangat baik untuk memprediksi trajectory bom, meskipun demikian untuk memperoleh data eksperimen (wind tunnel test) diperlukan waktu yang relative lama dengan biaya yang mahal. Untuk mengatasi hal ini, saat ini tersedia perangkat lunak dinamika fluida (CFD) yang cukup dapat diandalkan yang dapat menyelesaikan persamaan dinamika fluida secara lengkap sehingga secara teoritis dapat menyelesaikan segala persoalan dinamika fluida.

Dalam analisa Blast Effect Bomb ini digunakan perangkat lunak yang menyelesaikan persamaan Reynold"s Average Navier Stokes sehingga hasil analisa yang diperoleh diharapkan cukup baik.

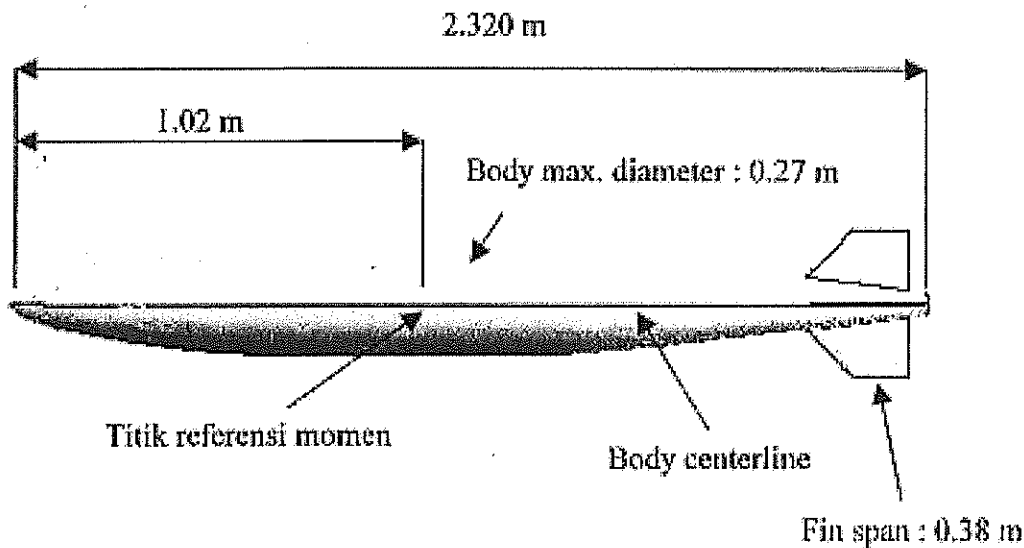
VII-1. Geometri dan Kondisi Terbang

Seperti telah diuraikan diatas, geometri dan kondisi terbang sangat dipengaruhi oleh trajectory bom. Geometri bom digambarkan pada gambar 11, sedangkan ukuran garis besarnya diuraikan sebagai berikut :

- Panjang : 2.3200 m
- Diameter maksimum : 0,2700 m
- Span Fin : 0,3800 m
- Reference area : 27.8700 m² (reference area F-16)
- Reference meoment : 1,03 m dari nose di pusat bom (titik tengah antara suspension lug)

Analisa dilakukan pada kondisi terbang sebagai berikut :

- Mach number : 0,68 (450 kts) dan 0,83 (550 kts)
- Sudut serang : 0,5 dan 10 derajat
- Sudut slip samping : 0 derajat

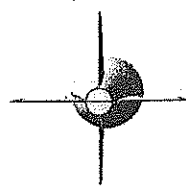


Gambar 11. Geometri Blast Effect Bomb

VII.2. Pemodelan Untuk Analisa Aerodinamika

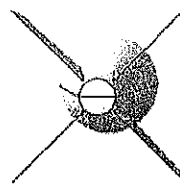
Untuk analisa ini geometri model dibuat seperti sebenarnya, kecuali ujung sirip dibuat lancip untuk memudahkan pembuatan grid. Dua model dianalisa untuk Blast Effect Bomb ini, yaitu model-1 (gambar 12.) dengan sirip vertical pada sumbu x-z, sedang model-2 (gambar 13) dengan sirip membentuk sudut 45 derajat terhadap sumbu vertical.

Karena dalam analisa ini tidak ada slip samping ($\beta = 0$) maka model hanya disimulasikan setengah benda dengan dengan bidang x-z sebagai bidang simetri. Grid pada bidang simetri ditampilkan pada gambar 14. untuk model-1 dan gambar 15. untuk model-2. Dalam analisa grid untuk model-1 maupun model 2 mempunyai topologi dan jumlah yang hampir sama, yaitu 294120 grid untuk model-1 dan 287200 grid untuk model-2.



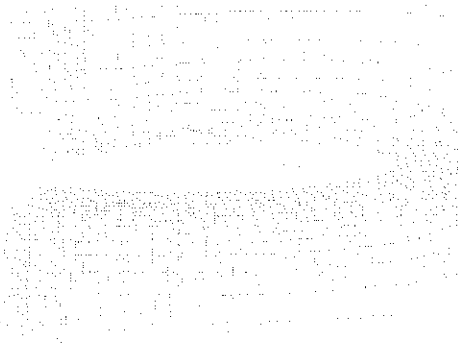
Model-1

Gb. 12. Model-1

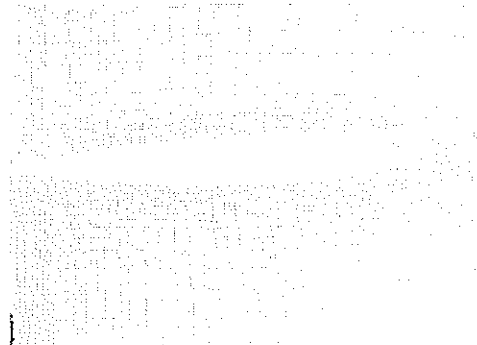


Model-2

Gb. 13. Model-2



Gb. 14. Grid di bidang simetri BEB Model-1



Gb. 15. Grid di bidang simetri BEB Model-2

VII.3. Hasil Analisa

Hasil analisa ditampilkan dalam bentuk distribusi kecepatan dan angka Mach pada bidang simetri, serta angka Mach dan distribusi koefisien tekanan C_p pada permukaan bom. Hasil juga ditampilkan dalam koefisien lift C_L , koefisien drag C_D dan koefisien pitching moment C_M .

VIII. Kesimpulan

- a. Isian bahan peledak yang berasal dari jenis Emulsion Explosive dari produk DAHANA yang selama ini dikhawatirkan akan menjadi kristal bila dijatuhkan dari pesawat, ternyata berhasil meledak semua; begitu juga sistem fuze dari hasil litbang telah berfungsi dengan sempurna karena fuze ini dibuat dengan sistem "All position impact" yang artinya dengan kondisi apapun jatuhnya bom, fuze ini tetap akan dapat berfungsi dengan baik.
- b. Struktur Blast Effect Bomb ini mempunyai frekwensi pribadi di atas 30 Hz, sehingga secara actual lebih tinggi dibandingkan dengan frekwensi pribadi saya pesawat pembawanya yaitu sekitar 5 s/d 15 Hz.
- c. Struktur Blast Effect Bomb mempunyai ketahanan terhadap beban dinamis dan overload yang sangat baik (tahan sampai 157.220 siklus ~ 6 jam).
- d. Dari hasil evaluasi tim uji pada tanggal 23 Maret 2005 di Madiun terutama pada bom yang mengalami *Fin* lepas, agar dievaluasi lagi disain *Fin* nya yaitu dengan menambah rangka besi, sehingga dengan tambahan rangka ini disamping akan memperkuat *Fin* nya sendiri juga akan memperbaiki Trayektorinya.
- e. Dari hasil analisa aerodinamik menggunakan perangkat lunak dinamika fluida (CFD) yang berdasarkan pada persamaan Reynold's average Navier Stokes pada Blast Effect Bomb, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :
 - Kecepatan terbang bom pada $M = 0,83$ masih berada pada daerah subsonic.
 - Bom dengan konfigurasi model-1 memperlihatkan efektifitas sirip yang lebih baik dibanding model-2
 - Bom dengan konfigurasi model-1 memperlihatkan stabilitas yang lebih baik dibanding model-2.
 - Koeffisien drag minimum pada $M = 0,68$ $C_{dmin} = 0,00017$ (model-1 dan model-2)
 - Koeffisien drag minimum pada $M = 0,83$ $C_{dmin} = 0,00016$ (model-1 dan model-2).

DAFTAR PUSTAKA

1. PT. PINDAD, laporan Pengujian Struktur Bom Tajam BT 250 Test Report No. 2001.C.012.012 tanggal 06 Februari 2001, LUK, Serpong.
2. Laporan Pengujian Struktur Blast Effect Bomb (P3TIPK – TIRBR BPPT & Litbang AU, LUK – Serpong.