

# Study Kehidupan Mikroba dan Pengaruhnya pada BBM Penerbangan di Indonesia.

Oleh : Dra. Sri Kadarwati \*)

## INTISARI

Penggunaan BBM penerbangan di Indonesia meningkat dan tersebar ke pelosok, sesuai dengan perkembangan dunia penerbangan.

Peningkatan dan penyebaran penggunaan BBM penerbangan perlu **dibarengi** dengan pengawasan mutu dan "handling system" yang lebih seksama.

Indonesia dilihat dari segi geografis, merupakan kepulauan dan mempunyai iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, sehingga kelembabannya pun akan tinggi. Keadaan ini merupakan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan mikroba.

Bahaya-bahaya penyebab kerusakan mutu BBM penerbangan adalah masuknya uap air yang membawa mineral dan mikroba yang dapat tumbuh pada lapisan antara BBM dan air, sehingga membentuk lumpur (sludge) atau dapat juga sebagai penyebab biokorosi pada logamnya. Lumpur tersebut sangat berbahaya bagi penerbangan.

## I. PENDAHULUAN

Bahan bakar penerbangan, seperti AVTUR dan AVIGAS perlu *handling* yang hati-hati dan cermat. Bila BBM tersebut kemasukkan air, maka biasanya akan diikuti oleh masuknya mikroba.

Dalam hidupnya, mikroba ini akan memakai hidrokarbon sebagai sumber makanannya, sehingga mutu BBM akan rusak. Kerusakan mutu BBM akan berupa rusaknya sifat fisik BBM tersebut dan kadang-kadang sampai membentuk lumpur.

Kontaminasi dalam BBM dapat terjadi dari air, debu, kotoran dan mikroba. Adanya air yang terlarut dalam BBM akan merupakan salah satu faktor utama bagi pertumbuhan mikroba.

Indonesia merupakan daerah yang mempunyai kondisi baik bagi pertumbuhan mikroba, karena dua per tiga Wilayah Nusantara terdiri dari lautan dan ter-

letak pada daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi dan kelembaban di atas ambang kritis.

Di dalam BBM penerbangan dapat tumbuh bermacam-macam mikroba yaitu bakteri, jamur, aktinomisetes dan khamir. Mikroba tumbuh pada lapisan antara air dan BBM.

Pertumbuhan mikroba dalam BBM penerbangan selain merusak mutu, juga dapat menyebabkan pengkaratan pada tangki dan pipa-pipa. Dalam pertumbuhannya akan membentuk lumpur mikroba (*microbial sludge*) yang dapat menyumbat filter sebagai penyangkutan BBM dari tangki pesawat ke mesin dan akan berakibat fatal pada operasi penerbangan.

Oleh karena itu perlu adanya peningkatan pengawasan dalam *handling system*. Di samping itu perlu dilakukan pencegahan terhadap pertumbuhan mikroba dalam BBM di antaranya dengan penambahan senyawa *inhibitor*.

\*) PPT Migas, Cepu.

## II. KEHIDUPAN MIKROBA DALAM BBM

### A. Sifat dan Cara Hidup Mikroba

Mikroba merupakan jasad renik yang sangat kecil, dan hidup tersebar luas di alam, hanya dapat dilihat dengan bantuan suatu alat pembesar yang disebut mikroskop.

Jumlah mikroba di alam sangat banyak dan mudah sekali berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan melalui angin, air, jasad hidup yang bergerak, sarana transportasi dan lain sebagainya.

Mikroba terdiri atas beberapa golongan dan masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Sebagai contoh bakteri, khamir, jamur, *aktinomisetes*, *algae* dan lain sebagainya.

Cara hidup mikroba pada umumnya berkembang biak dengan pembelahan sederhana dan membentuk spora.

Peranan mikroba dalam kehidupan sehari-hari sangat penting, karena merupakan mata rantai yang tidak dapat diabaikan dalam lingkungan peredaran zat dan proses penguraian senyawa-senyawa organik di atas permukaan bumi ini. Namun demikian, di samping hal-hal yang positif tersebut di atas, banyak pula faktor-faktor negatif yang diakibatkan oleh mikroba, seperti timbulnya bermacam-macam penyakit pada manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan, terjadinya kontaminasi mikroba pada BBM dan lain sebagainya.

### B. Mikroba dalam BBM

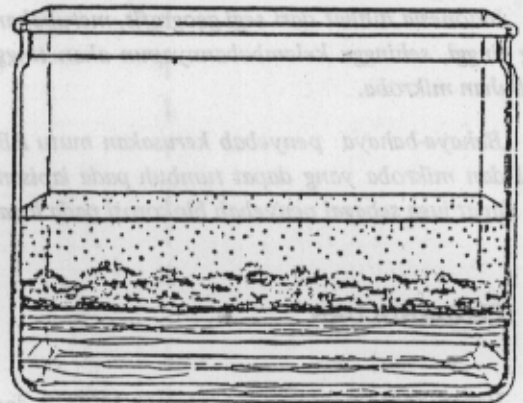
BBM dihasilkan dari kilang minyak yang biasanya didirikan di dekat lapangan minyak dan ditransportasikan melalui pipa, kapal, kereta api, truk tangki dan lain sebagainya sampai ke pemakai yang letaknya jauh dari kilang minyak.

Komposisi BBM sebagian besar terdiri atas senyawa-senyawa hidrokarbon dengan sedikit garam dan air. Apabila terdapat air yang cukup banyak dalam BBM dan dalam kondisi lingkungan yang sangat memadai, maka komposisi BBM tersebut dapat menjadi media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba.

Mikroba dengan ukuran yang sangat kecil tersebut, dapat terbawa oleh air, angin, BBM, sehingga kalau diperhatikan cara transportasi, akan jelas bahwa banyak peluang untuk terjadinya kontaminasi mikroba dalam BBM.

Golongan mikroba yang pada umumnya terdapat di dalam BBM adalah bakteri, jamur, khamir dan aktinomisetes.

Di dalam BBM yang telah terkontaminasi air cukup lama, mikroba akan tumbuh pada lapisan antara BBM dan air. Bila kondisi lingkungan sangat memadai, maka mikroba dapat tumbuh dengan cepat sehingga dapat membentuk semacam lumpur yang berwarna coklat kehitam-hitaman, seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Lumpur mikroba yang tumbuh pada lapisan antara air dan BBM.

Dalam pertumbuhannya mikroba mengeluarkan hasil-hasil samping yang berupa asam-asam organik, alkohol dan ester. Hasil samping ini akan membuat kondisi lingkungan lebih baik bagi pertumbuhan mikroba.

Apabila populasi sudah cukup banyak, maka akan menempel pada dasar tangki dan berbentuk kerak coklat.

Pertumbuhan mikroba dapat dimulai dari tempat yang ada genangan airnya, kemudian akan menye-

bar apabila ada pergeseran/pengaliran BBM dan pengadukan.

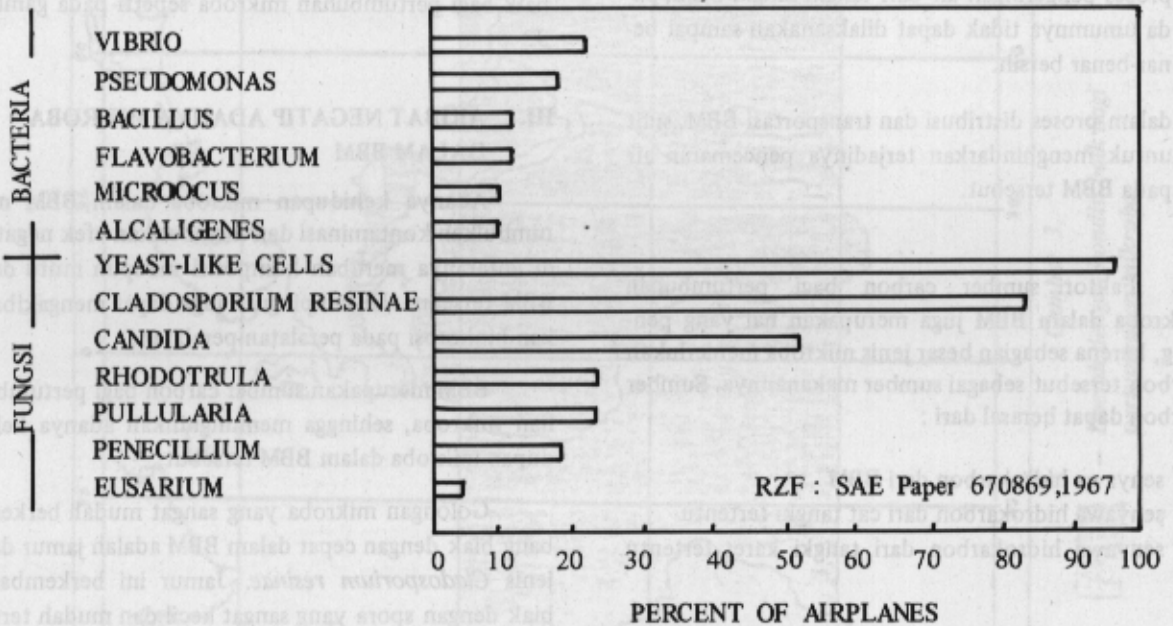
Pernah dilakukan penelitian tentang jenis mikroba di dalam BBM penerbangan yang diambil dari *sump drain* tangki pesawat. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa dari 21 tangki pesawat jenis DC-8 terdapat 13 jenis mikroba seperti pada gambar 2. Jenis mikroba yang paling sering didapat dalam tangki BBM adalah jamur *Cladosporium resinae*, dengan diameter 2 - 3/4 dan panjang 5 - 6/4.

Arizona dan Nebraska. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak berfungsinya peralatan *refueling* dari KC 97 (jet tanker) dan sistem bahan bakar pada pesawat B-47 disebabkan oleh adanya lumpur tersebut yang ternyata mikroba yang sudah mengendap.

### C. Faktor-faktor yang mempengaruhi

Pertumbuhan mikroba dalam BBM dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- air yang terdapat dalam BBM



Gambar 2 : Jenis-jenis mikroba yang di dapat dalam tangki pesawat DC - 8.

Selain dari pada itu ALLEN (1945) menemukan efek *deteriorasi* pada gasoline yang disebabkan oleh mikroba yang terdapat di lapisan air di dasar tangki penimbun gasoline tersebut. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa *tetraethyl lead* (TEL) dalam AVIGAS mengendap akibat aktivitas mikroba dan menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang bersifat korosip.

BAKANAUKAS (1958) meneliti contoh lumpur dari tangki pesawat yang menggunakan bahan bakar JP-4 di pangkalan-pangkalan udara Arkansas,

- sumber carbon
- oksigen atau carbon dioksida
- nitrogen
- kondisi fisik, meliputi suhu, kelembaban dan pH.

Faktor air dalam BBM sangat penting bagi pertumbuhan mikroba. Apabila air dalam BBM dapat dihilangkan samasekali, mikroba tidak dapat tumbuh dan berkembang biak. Namun jika air dalam BBM terdapat dalam jumlah yang cukup, maka pada lapisan antara BBM dan air tersebut beberapa jenis mikroba akan dapat tumbuh dengan subur. Kandungan air,

baik yang bebas maupun yang terlarut dalam BBM, tidak mungkin dihilangkan samasekali karena hal-hal sebagai berikut :

- setiap hari selalu terjadi kondensasi, sehingga setiap hari akan selalu terjadi pencemaran air pada BBM di hampir semua tempat penyimpanan.
- kelarutan air dalam BBM (dalam ppm), adalah sama dengan suhu penyimpanan BBM dalam derajat Fahrenheit. Sebagai contoh, kelarutan air dalam BBM pada suhu 86°F adalah sekitar 86 ppm. (CHURCHILL, 1963).
- proses pengeringan air dari tangki-tangki BBM, pada umumnya tidak dapat dilaksanakan sampai benar-benar bersih.
- dalam proses distribusi dan transportasi BBM, sulit untuk menghindarkan terjadinya pencemaran air pada BBM tersebut.

Faktor sumber carbon bagi pertumbuhan mikroba dalam BBM juga merupakan hal yang penting, karena sebagian besar jenis mikroba memerlukan carbon tersebut sebagai sumber makanannya. Sumber carbon dapat berasal dari :

- senyawa hidrokarbon dari BBM
- senyawa hidrokarbon dari cat tangki tertentu
- senyawa hidrokarbon dari tangki karet tertentu.

Faktor oksigen dari CO<sub>2</sub> sangat diperlukan oleh mikroba untuk metabolisme. Mikroba aerob dalam metabolismenya memerlukan oksigen, sedangkan mikroba anaerob memerlukan CO<sub>2</sub>. Senyawa oksigen dan CO<sub>2</sub> didapat dari udara yang masuk pada saat *refueling* lewat tutup tangki atau *pressure vacuum valve*.

Senyawa nitrogen bagi mikroba dipakai sebagai salah satu pembentuk sel. Sumber nitrogen di dapat dari :

- udara
- *impurities* yang ada dalam BBM
- senyawa amoniak (NH<sub>3</sub>) yang ada di udara sebagai akibat dari proses pengolahan minyak.

Mineral juga merupakan salah satu faktor bagi pertumbuhan mikroba. Sumber mineral di dapat dari:

- mineral yang terlarut dalam BBM
- air yang terdapat di dasar tangki.

Kondisi fisik yang meliputi suhu, kelembaban dan pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Di Indonesia kondisi fisik cocok sekali bagi pertumbuhan mikroba, seperti halnya :

- suhu berkisar antara 28 - 35°C
- kelembaban antara 50 - 100%
- pH berkisar antara 4,5 - 7.

Daerah-daerah yang mempunyai kondisi fisik baik bagi pertumbuhan mikroba seperti pada gambar 3.

### III. AKIBAT NEGATIF ADANYA MIKROBA DALAM BBM

Adanya kehidupan mikroba dalam BBM menimbulkan kontaminasi dan memberikan efek negatif, di antaranya merubah komposisi maupun mutu dari BBM tersebut. Di samping itu juga dapat mengakibatkan biokorosi pada peralatan-peralatan.

BBM merupakan sumber carbon bagi pertumbuhan mikroba, sehingga memungkinkan adanya kehidupan mikroba dalam BBM tersebut.

Golongan mikroba yang sangat mudah berkembang biak dengan cepat dalam BBM adalah jamur dari jenis *Cladosporium resiniae*. Jamur ini berkembang biak dengan spora yang sangat kecil dan mudah tersebar kemana-mana baik melalui angin, air, aliran BBM dan lain sebagainya.

Di dalam BBM yang bebas dari pencemaran air, spora dapat bertahan hidup dalam jangka waktu yang cukup lama sampai beberapa bulan bahkan sampai tahunan, dalam keadaan pasif dan tidak berbahaya.

Namun apabila BBM mulai tercemar oleh air bebas, dalam waktu relatif cukup lama, ditambah dengan faktor-faktor lain seperti kandungan mineral, sumber oksigen, nitrogen, suhu lingkungan yang sangat membantu, maka spora-spora tersebut akan segera tumbuh dengan cepat pada lapisan antara air dan BBM, membentuk benang-benang atau *mycelia* yang bercabang-cabang banyak sekali dan terbentuk lumpur mikroba.



Gambar 3.  
 - Daerah dengan kondisi baik bagi pertumbuhan mikroba.

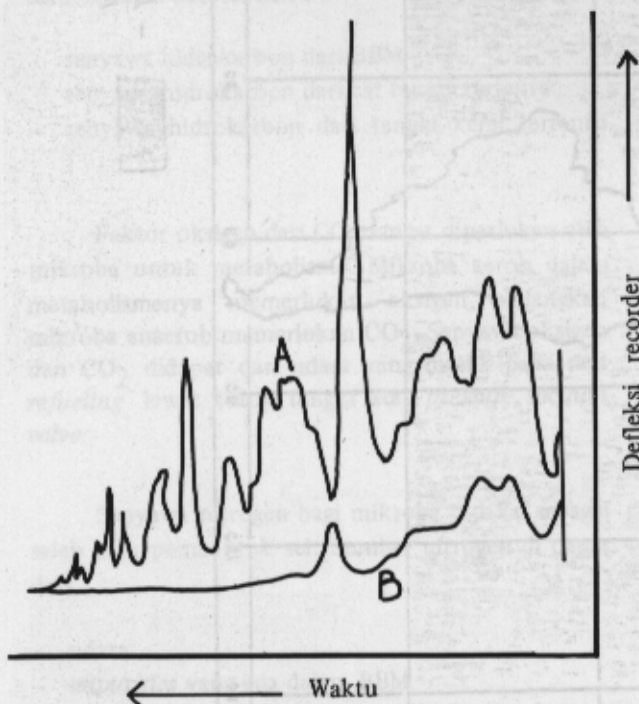


Lumpur mikroba yang terbentuk akan dapat terbawa oleh aliran BBM sehingga dapat menimbulkan penyumbatan-penyumbatan pada sistem bahan bakar, pada saringan, instrumen, katup dan lain sebagainya. Kalau pembentukan lumpur ini terjadi di tangki pesawat terbang, akan menyumbat saringan yang terdapat di antara tangki dan mesin sehingga tidak ada aliran bahan bakar dan akan mengganggu operasi penerbangan bahkan dapat berakibat dengan jatuhnya pesawat.

Untuk mempertahankan hidupnya, *Cladosporium sp* ini menggunakan hidrokarbon yang berasal dari BBM. Dalam keadaan tertentu dapat juga menggunakan hidrokarbon dari cat di dasar tangki.

Penggunaan BBM oleh mikroba tersebut dengan tujuan untuk mendapatkan sumber kalori bagi hidupnya, tetapi akan merusak komposisi BBM, di antaranya kandungan parafin turun sehingga akan menurunkan daya bakar.

Laboratorium Biokonversi PPPTMGB "Lemigas" melakukan percobaan dengan menumbuhkan *Cladosporium sp* dalam bahan bakar penerbangan selama 10 minggu, hasilnya diperiksa dengan gas chromatografi dan dibandingkan dengan AVTUR steril. Kedua hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. (A) AVTUR steril  
(B) AVTUR yang ditumbuhi *Cladosporium* dalam media garam mineral setelah 10 minggu.

Selain jenis jamur yang biasa tumbuh dalam BBM penerbangan, jenis mikroba lain adalah bakteri *Pseudomonas sp*, biasanya ditemukan di dasar tangki. Dalam hidupnya bakteri ini akan menggunakan BBM penerbangan sebagai sumber karbon sehingga mutunya akan menurun. Bakteri lain yang biasanya juga terdapat dalam BBM penerbangan adalah *Sulfate Reducing Bacteria* dan akan menyebabkan pengkaratan pada dinding tangki.

Khamir dapat tumbuh pula dalam BBM dan khamir ini akan mendegradasi senyawa n-parafin, sehingga mutu BBM akan menurun dan membentuk biomassa.

Akibat dari kontaminasi mikroba ini antara lain adalah :

- timbul spora-spora baru yang akan menyebar ke segala tempat. Dengan demikian secara tidak langsung akan menjadi sumber baru penyebaran mikroba.
- pembentukan lumpur mikroba, apabila populasi sudah cukup tinggi, sehingga akan mengganggu operasi penerbangan.
- terjadi biokorosi pada peralatan pemakai BBM. Bakteri yang mengakibatkan korosi dan ditemukan dalam BBM adalah bakteri pengoksidasi belerang dan bakteri pereduksi sulfat.

*Cladosporium resinae* selain menurunkan mutu BBM, juga dapat merusak lapisan epicoat seperti Buna-N hanya dalam waktu 21 hari. Bila epicoat telah terkupas jamur akan hidup dan menempel pada permukaan logam dan akan mengikis logam tangki pesawat seperti pada gambar 5,6 dan 7, yang dapat menyebabkan kebocoran pada tangki pesawat dan berakibat fatal.

Oleh karena itu proses korosi dalam industri perminyakan harus dapat diartikan sebagai hasil bermacam-macam rangkaian proses. Memang sukar untuk kedudukan korosi oleh mikroba dalam suatu sistem, dimana bermacam-macam proses atau reaksi korosi dapat terjadi.

Dengan diketahui adanya kehidupan mikroba dalam BBM dan pengaruh-pengaruhnya, maka perlu ditingkatkan pengawasan terhadap *handling system*.

#### IV. PENGAMATAN LAPANGAN DAN PENGUJIAN LABORATORIUM

Untuk melihat/mempelajari masalah *handling*, contoh BBM yang akan diperiksa diambil mulai dari

dermaga sampai dengan tangki pesawat terbang. Pengamatan itu perlu, mengingat sistim transportasi dan distribusi BBM cukup jauh sehingga kontaminasi mikroba sangat memungkinkan.

Contoh yang diperiksa terdiri dari air di dasar tangki, lapisan antara air dan BBM serta BBM itu sendiri. Pengambilan contoh dilakukan secara aseptis.

Pengamatan lapangan perlu diperhatikan karena kondisi lingkungan sangat mempengaruhi, baik kondisi fisik maupun lokasi tangki serta cara penanganan dari penyaluran BBM.

Pengujian laboratorium ditekankan kepada ada tidaknya mikroba yang tumbuh dalam BBM yang dapat mengakibatkan efek negatif, di antaranya merusak mutu BBM.

Hasil pengamatan dan pengujian laboratorium menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroba paling banyak di dapatkan pada daerah lapisan antara BBM dan air. Dalam hal ini jelas sekali kelihatan bahwa apabila kandungan air cukup banyak, maka populasi mikroba tinggi.



## P.T. SARIDA PERKASA

CENTRAL PLAZA Building 11<sup>th</sup> Floor  
 Jl. Jend. Sudirman Kav. 48 JAKARTA - INDONESIA  
 Telp. 516607 (4 lines) - 516592, 516593, 516597, 516604, 516608.  
 Telex : 45138 Saper JKT

HUGHES TOOL COMPANI :

JENIS BARANG / JASA : SATUAN KAPASITAS DASAR:

- Rock Bits	Unit	10.000
- Pipe Handling eq	Assy	300
- Gas Lift Products	Unit	10.000
- Liner Hangers	Unit	132

NEW VETCO GRAY WELLHEAD & CHRISTMAS TREE FOR-  
 ONSHORE, OFFSHORE AND SUB - SEA APPLICATIONS.

RECONDITIONING OF WELLHEAD, CHRISTMAS TREE AND-  
 MUDLINE CASING HANGERS :

Valve Repair - Service - Drilling Adapter.  
 Drilling Adapter repair - Special Flow Diverter.  
 Special Manifold - Metal to metal packoff.  
 Drilling Comp repair - Fluid Tank Fracture.  
 16 - 30" Surface Casing and connectors.  
 30" Conductor Casing and Connectors.  
 Mudline Casing hanger.

BYRON JACKSON PUMP DIVISION

LUFKIN INDUSTRIES, INC.  
LUFKIN TEXAS

GENERAL ELECTRIC

TRW REDA PUMP DIVISION

BAKER EASTERN DIVISION



Varco INTERNATIONAL, INC.

Cameron  
OIL TOOLS

AMF  
 Tuboscope



SERVICO  
Division of Lufkin Industries, Inc.



MARTIN  
 DECKER

REED  
ROCK TOOLS

BJ  
 HUGHES



IMECO

P.T. IMECO INTER SARANA

Jl. Wolter Monginsidi 122  
 Blok L, Kebayoran Baru  
 Jakarta Selatan.  
 Tel: 772889, 736234, 714233, 717678, 734888  
 Telex : 47152 IMECO IA.





*Gambar 5. Jamur yang tumbuh di dasar tangki pesawat.*



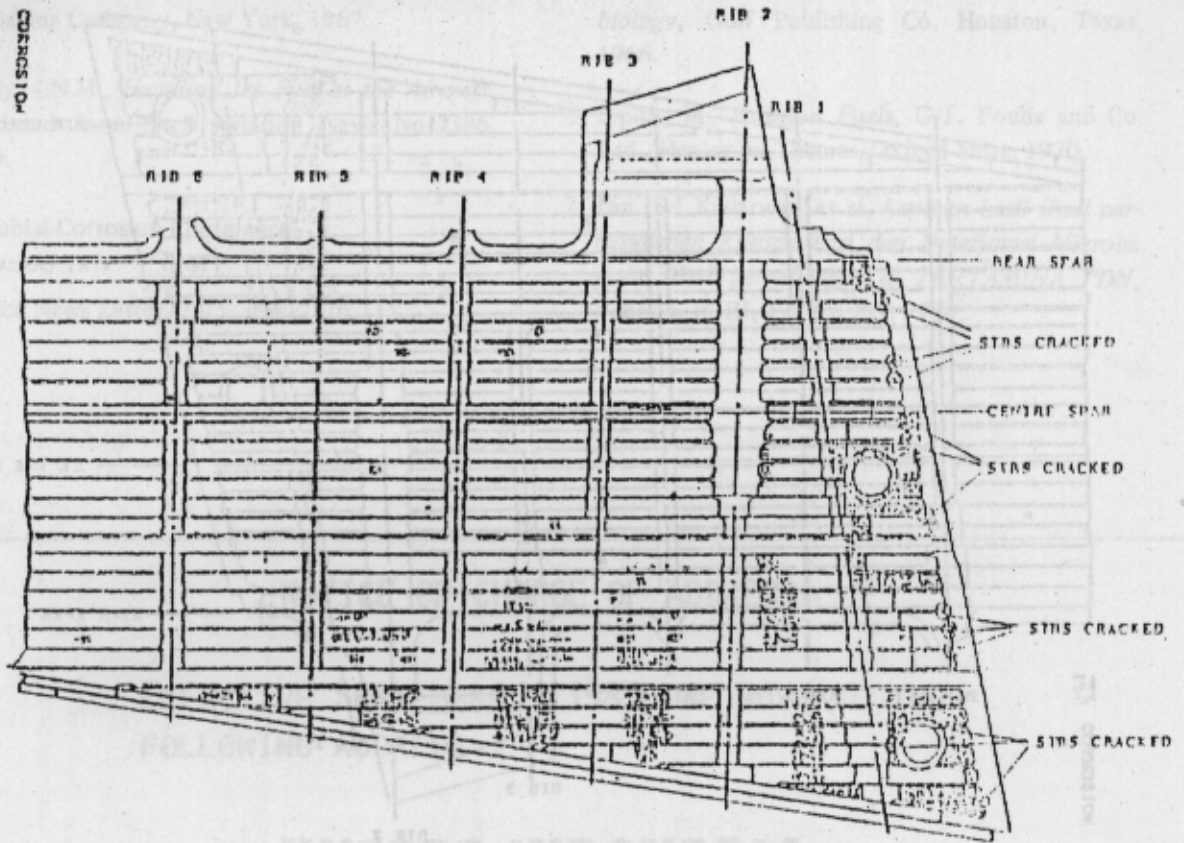
## **P. T. U S A Y A N A**

Head Office : Jl. Cikini Raya 113 - 115 - Jakarta Pusat

Bankers : Bank Bumi Daya, Bank Dagang Negara

Phone : 325817, 327662, 322334 Telex 46582 YAKTA IA





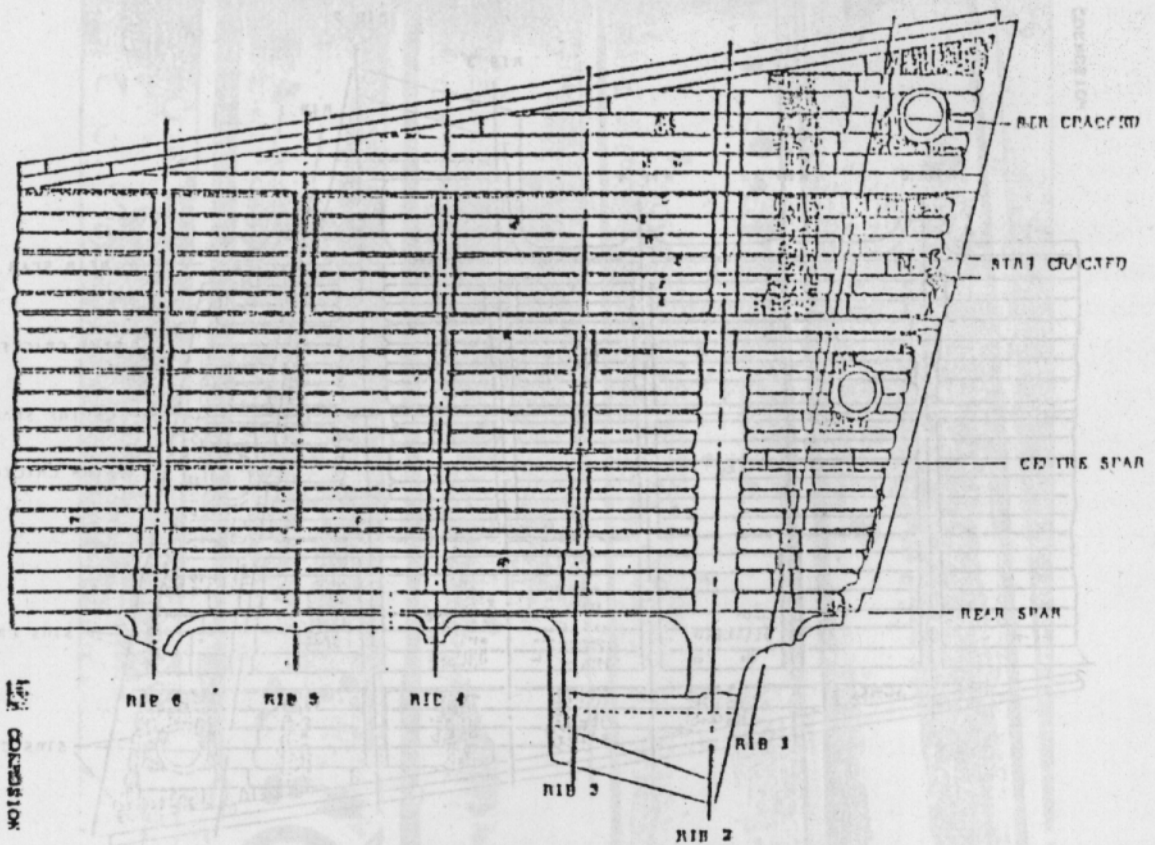
Gambar 6. Daerah terkena korosi pada "Lower Machined Skin Panels" sebelah kanan.



**MARATHON PETROLEUM INDONESIA, LTD.**  
**LIPPO LIFE BUILDING, 4<sup>th</sup> FLOOR**

TELEPHONE : 511540, 512290 TELEX : 46596 MAROIL B IA

Jln. H.R. RASUNA SAID KAV. B-10 JAKARTA, INDONESIA



Gambar 7. Daerah terkena korosi pada "Lower Mached Skin Panels" sebelah kiri.

## V. PENUTUP

BBM mempunyai peranan penting bagi pelaksanaan misi operasi penerbangan, tetapi di lingkungan daerah tropis seperti di Indonesia mudah mengalami kontaminasi mikroba, sehingga dapat menimbulkan suatu deteriorasi terhadap peralatan maupun BBM itu sendiri.

Agar deteriorasi tidak terjadi, kontaminasi mikroba dalam BBM perlu dijaga dan diawasi, di

antaranya dengan memperhatikan *handling system* dan seminimal mungkin BBM terkontaminasi air.

Mengingat pentingnya BBM bagi operasi penerbangan, maka masalah ini perlu dipahami, dihayati, ditingkatkan baik kemampuan maupun ketrampilan dari seluruh personil pengelola BBM dan peralatannya. Hal ini perlu agar dalam pelaksanaannya tidak ada penyimpangan, apa lagi kerusakan-kerusakan yang dapat menghambat kelancaran operasi.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Davis, J.B., *Petroleum Microbiology*, Elsevier Publishing Company, New York, 1967.
2. Hardy, I.N.M., *Handling Jet Fuel at the Aircraft*, Reprinted from Shell Aviation News No. 386, 1970.
3. Microbial Corrosion Conference.
4. Service News Letter, 28/5, 1967.
5. Sharpley, J.M., *Elementary Petroleum Microbiology*, Gulf Publishing Co. Houston, Texas, 1966.
6. Smith, M., *Aviation Fuels*, G.T. Foulis and Co. Ltd., Henley on Thames, Oxford Shire, 1970.
7. Dra. Sri Kadarwati et al, *Laporan hasil studi permasalahan Kontaminasi dan Deteriorasi Mikroba pada BBM penerbangan di PERTAMINA PDN*, Tahap I, II, III, 1982, 1983, 1984.

### NOTICE OF CHANGE OF ADDRESS

EFFECTIVE SEPTEMBER 2, 1985 WE MOVE TO THE  
FOLLOWING ADDRESS :

## **HUFFCO INDONESIA**

A DIVISION OF ROY M. HUFFINGTON, INC.

KUNINGAN PLAZA - SOUTH TOWER  
JL. H.R. RASUNA SAID KAV. C. 11 - 14  
JAKARTA, INDONESIA  
P.O. BOX : 2828

PHONE : 515060 (HUNTING SYSTEM)

CABLE : HUFFCO

TELEX : HUFFCO JKT. 44421