

REKAYASA AWAL PERANGKAT KERAS SISTEM KENDALI RKX-300 KONFIGURASI SAYAP X

Disusun Oleh :
Iswahyudi Arianto *

Abstrak

Tulisan ini menyajikan rekayasa tahap awal pembuatan perangkat keras sistem kendali untuk konfigurasi sayap X. Modul kendali ini berisi sensor dinamik, telekomando, prosesor sayap kendali X, komputer kendali PID, pengatur katub solenoid, pneumatik gas nitrogen, aktuator dengan piston dorong tarik dengan sayap yang dapat dilepas, dan supporting 3 sumbu untuk melihat efek dari gerak sayap kendali. Modul kendali ini masih dalam taraf rancang bangun konstruksi, fungsi dan problem perancangan dari setiap komponen yang dipasang diuraikan disini.

1. PENDAHULUAN

Rekayasa pembuatan perangkat keras sistem kendali sayap X ini merupakan pengembangan lanjut dari sistem kendali sayap + yang telah diterapkan pada RKX-300. Sistem kendali sayap X ini lazim dipakai pada roket roket kendali darat udara, udara udara, atau udara darat seperti yang telah kita kenal, misalnya Exocet, Haarpoon, Side winder, SAM 2, K13 dan lain lain.

Secara keseluruhan jika dibandingkan dengan RKX-300 sistem kendali ini hanya berbeda pada unit aktuator dan processor yang menggerakkan aktuator tersebut secara coupling.

* Kepala Laboratorium Instrumentasi Sistem Kendali

Tahap awal dari rekayasa sistem kendali sayap X ini dibuat dalam 2 sumbu dan bertahap :

- Tahap 1 : berupa rekayasa dalam pembuatan modul elektronik , aktuator sayap X untuk anard , Tabung kontainer, bracket konstruksi penyangga instrumen dan adapter penyambung yang dilengkapi dengan konstruksi pemutar untuk sumbu guling (untuk simulasi gerak)
- Tahap 2 : berupa rekayasa pembuatan supporting 3 sumbu untuk mengamati efek dari gerakan gerakan pada sirip kendali sayap X pada aliran udara.
- Tahap 3 : Penggabungan modul kendali dengan badan roket dan pemindahan sayap kendali X dari Canard ke sayap ekor.

Pada tahap awal ini sistem kendali sayap X ini baru dapat dikendalikan dalam 2 sumbu , yaitu sumbu angguk dan geleng melalui unit telekomando, tetapi sistem yang disiapkan sudah dalam 3 sumbu. Stabilitas dan ketepatan perintah menggunakan giro kecepatan dan komputer kendali yang jenisnya sama dengan yang digunakan pada RKX-300.

Rancangan dari sub sistem , problema , keuntungan dan kerugian dari pengembangan sistem kendali sayap x akan dibahas disini .

2. KONFIGURASI ROKET SAYAP X

Pada gambar 1 (lampiran) diperlihatkan konfigurasi dari roket sayap X dan pandang muka dari roket sayap X dan + untuk dapat membedakan kerja aktuator pada sirip kendali untuk gerak angguk dan geleng.

Dari pola gerak aktuator yang diperlukan untuk manuver pada roket kendali dengan konfigurasi sayap X ini, dibuat suatu blok diagram dari rangkaian sistem kendali yang dapat melakukan gerak gerak tersebut. Blok diagram ini merupakan modifikasi dari blok diagram yang digunakan pada RKX-300 , modifikasi dilakukan pada penataan kopling untuk aktuator dan penambahan processor pengatur gerak kopling sayap X .

3. BAGIAN BAGIAN DARI SISTEM KENDALI SAYAP X

Blok diagram sistem, lihat gambar 2 .

Secara keseluruhan sistem kendali sayap X ini terdiri dari :

- ⇒ Unit sensor dinamik, berupa giro kecepatan , rangkaian elektronik penggerak motor giro dan rangkaian demodulator signal dinamika
- ⇒ Unit telekomando . berupa penerima FM PCM 7 kanal, 72,87 MHz dan 3 servo untuk signal komando.

- ⇒ Unit elektronik pemroses, berupa OBC card dengan PID sistem, rangkaian servo penggerak solenoid, rangkaian pengatur power suplai, rangkaian processor pengatur kopling aktuator dan wiring konektor untuk rangkaian pemrogram terbang dan homing.
- ⇒ Unit pneumatik dan mekanik, berupa tabung gas nitrogen, pengatur tekanan, solenoid, piston aktuator dan mekanik penggerak sayap kontrol.
- ⇒ Unit sensor dinamik
- ⇒ Unit ini berfungsi sebagai pengatur stabilitas terbang dengan mendeteksi gerak angguk, geleng dan guling.

Terdiri dari :

- ⇒ Gyro kecepatan (Rate gyro), Honeywell GN-70-A2, terpasang 3 buah. (Baru diaktifkan 2 buah)
- ⇒ Rangkaian multivibrator NE 5521 N, pembangkit Freq. 400Hz, dan rangkaian power amp Pushpull 2905/3055 untuk membangkitkan tegangan 28 Volt 400Hz.
- ⇒ Rangkaian demodulator signal NE 5521 N untuk pemroses signal keluaran dari gyro.
- ⇒ Gyro kecepatan dipasang pada sumbu roket untuk mendeteksi gerak angguk, geleng, dan guling yang terjadi, Gyro kecepatan akan memberikan tegangan koreksi kepada komputer kendali untuk mengmbalikan roket pada posisi semula. Bila roket mendapat perintah untuk manuver pada suatu sumbu, gyro kecepatan akan memberikan tegangan referensi kepada komputer kendali sesuai dengan sudut manuver yang diperintahkan.

Unit telekomando

Terdiri dari :

- ⇒ 1 unit penerima FM-PCM dengan freq. 72,87 MHz, 7 kanal.
- ⇒ 3 unit servo motor, dengan potentio wire wone untuk komando gerak angguk, geleng dan reset dari komputer.
- ⇒ Signal komando dari pemancar di bumi dirubah menjadi gerak putar oleh servo motor yang terhubung dengan potentio yang diberi tegangan eksitasi. Tegangan pada terminal tengah dikirim kekomputer sebagai tegangan kendali.

Blok diagram sensor dinamik kendali dan tele komando dapat dilihat digambar 3.

Unit komputer kendali

Unit ini merupakan rangkaian komputer kendali analog untuk pengatur gain / strategi pengendalian (control law) untuk sumbu angguk, geleng dan guling. Komputer

kendali dibuat dalam suatu modul card yang terdiri dari rangkaian penguat 4 tingkat , yaitu:

- ⇒ Tingkat 1, Low pass filter, sebagai penguat derivatif.
- ⇒ Tingkat 2, Integrator 1 , sebagai penguat Proposional.
- ⇒ Tingkat 3. Integrator 3 , sebagai penguat Integrator .
- ⇒ Tingkat 4, Summing, sebagai penguat dan pembanding .

Rangkaian ini memproses informasi dinamik dari unit pemrogram terbang, signal komando kendali ataupun signal dari dinamika roket akibat dari gangguan saat terbang. Hasil proses berupa suatu strategi pengendalian sesuai dengan pengaturan gain yang diberikan.

Pada rangkaian summing signal komando manuver dibandingkan dengan signal referensi hasil yang dideteksi oleh giro guna mendapatkan posisi atau sudut manuver yang dikehendaki.

Kalibrasi antara besar tegangan komando pengendali, tegangan referensi (output giro) , dan sudut gerak roket pada sumbu yang dikendalikan dapat dilakukan pada menara penggantung atau pada suporting test pada terowongan angin

Unit servo penggerak solenoid

Unit ini merupakan rangkaian pembangkit pulsa dan penguat tegangan untuk membuka solenoid (katub magnet). terdiri dari :

- ⇒ Rangkaian komparator, pembaca tegangan kesalahan antara tegangan dinamika kendali dari komputer dengan tegangan posisi flap .
- ⇒ Rangkaian untuk offset, gain dan komparator
- ⇒ Rangkaian pembangkit pulsa
- ⇒ Rangkaian pengatur pemberian pulsa
- ⇒ Rangkaian relai tegangan dan arus untuk menggerakkan katub magnet.

Tegangan kesalahan yang terjadi , akibat tegangan keluaran dari komputer kendali, akan dibandingkan dengan tegangan balikan dari posisi flap / sirip X , tegangan kesalahan ini diperkuat dan dimodulasikan dengan pulsa pulsa dari pembangkit pulsa. Banyak pulsa (pulse rate) tergantung dari besar tegangan kesalahan , lebar pulsa dibuat sebesar 7 milidetik.

Pada sisi lain , tegangan yang tidak dimodulasikan, dimasukkan kerangkaian logika untuk mengatur katub mana yang harus dibuka sesuai dengan polaritas dari tegangan kesalahan.

Tegangan kesalahan yang berpulsa tersebut dimasukkan kerangkaian relai yang menyalurkan arus dan tegangan yang diperlukan untuk membuka katub magnet/ solenoid

Katub magnet tersebut akan menyalurkan gas nitrogen untuk mendorong piston guna menggerakkan sirip kendali X tersebut. Blok diagram komputer kendali dan servo penggerak solenoid dapat dilihat pada gambar 4.

Unit processor sayap X

Unit ini berfungsi untuk melakukan kopling dari kedua sayap X untuk gerakan stabilisasi atau manuver, selain sebagai kopling unit ini juga melakukan komparator terhadap 2 signal yang bersamaan misalnya bila roket melakukan gerak diagonal, kedua signal akan dibandingkan kemudian diproses besarnya untuk dapat menggerakkan sirip dengan sudut berbeda untuk mendapat arah yang dikehendaki.

Blok diagram dari rangkaian processor sayap x dapat dilihat pada gambar 5

Unit ini terdiri dari rangkaian summing dan prosessor untuk komparator signal. Pada sistem kendali sayap X dengan 3 sumbu ada juga metoda lain dalam melakukan gerak diagonal, yaitu dengan cara twist and steer system, yaitu dengan memberi komando pada arah guling melalui aktuator anti guling (pada rekayasa sistem kendali sayap X ini belum diaktifkan) sampai pada arah diagonal yang dikehendaki, kemudian dengan gerak sirip dari satu aktuator roket dapat bergerak diagonal (Lihat gambar 6).

Cara ini memang lebih sulit, karena harus melalui sequence yang lebih banyak dan pengaktifan kontrol sumbu anti guling yang biasanya hanya sebagai stabilisator.

Unit catu daya listrik

Catu daya untuk sistem kendali sayap X ini didisain menggunakan 2 saluran yaitu internal dan eksternal. Kedua sumber daya ini memiliki tegangan luaran yang sama.

Pemberian tegangan untuk unit unit diatur card pengatur tegangan sampai pada semua kebutuhan tegangan, sementara tegangan yang didapat dari power suplai external dan internal adalah :

± 45 Volt, untuk tegangan giro kecepatan.

± 27 volt, untuk tegangan katub magnet (solenoid)

± 18 volt, untuk rangkaian servo, pembangkit pulsa, komputer kendali, processor sayap X, penerima telekomando, dll.

Catu daya internal menggunakan battery kering jenis alkaline yang dihubungkan seri paralel.

Modul sistem kendali sayap X ini memerlukan kestabilan tegangan yang sangat tinggi, sehingga diperlukan pengatur dan stabilisator tegangan dengan akurasi tinggi dan waktu yang lama.

Bila akan menggunakan kontrol X pada sayap ekor, sirip canard dapat diganti dengan unit penarik dan pendorong yang menggunakan strut atau kabel baja (wirerope) untuk menggerakkan sirip kontrol ekor. (Lihat gambar 7 & 8)

Pada salah satu piston penggerak shaft tersebut dipasang potentiometer geser untuk mendeteksi posisi dari sirip.

4. UNIT SUPPORTING 3 SUMBU

Unit ini berfungsi untuk test atau kalibrasi dari posisi gerak sirip kontrol dengan mengatur tegangan komando maupun tegangan posisi. Pada supporting unit ini dapat diletakkan modul lengkap dengan tabung kontainer dan nosecone dan dipasang sirip canard.

Sistem kendali akan diaktifkan dan dikomando secara manual untuk gerakan angguk dan geleng. Dengan pemasangan fan besar pada bagian muka atau diletakkan pada terowongan angin, dapat dilihat efek dari gerak sirip sayap X terhadap gerak roket, hal tersebut sangat berguna untuk setting atau penyempurnaan modul modul kontrol. (Lihat gambar 9).

5. UJI - UJI YANG DILAKUKAN

Untuk dapat mengintegrasikan sistem kendali sayap x ini pada badan roket dilakukan tahapan tahapan sebagai berikut :

- ⇒ Uji dan seting modul card (Gyro driver, solenoid servo, regulator volt.
- ⇒ Uji dan seting PID analog dan prosessor sayap X (masih level bread board)
- ⇒ Uji coba gyroscope (sebelum diinstal)
- ⇒ Uji coba telekomando
- ⇒ Uji coba gerak aktuator, masing masing dan serempak.
- ⇒ Uji coba lewat supporting 3 sumbu (setelah diintegrasikan kedalam kontainer dan nose cone)
- ⇒ Dilakukan kalibrasi gerak /posisi sirip dan setting response (dengan ditiup fan besar atau didalam terowongan angin)
- ⇒ Diintegrasikan dengan bodi roket, dilakukan alignment dengan sayap utama dan sayap / sirip ekor X.
- ⇒ Kalibrasi dan seting sirip kontrol ekor.
- ⇒ Seting dan uji coba ulang dengan peralatan bantu (ground segment) seperti Remote control relay starting, Pemancar telekomando, internal battery, power interchange sistem, dan lain lain.
- ⇒ Kalibrasi /setting gain antara gerak sirip dengan gerak roket sebagai efek, dilakukan pada unit penggantung dan terowongan angin dengan supporting khusus

6. KESIMPULAN

- * Secara keseluruhan sistem kendali sayap X tahap awal ini baru merupakan bagian dari sistem secara lengkap, ini dapat dilihat dari referensi yang ada (SA-75 dan K-13)
- * Diperlukan penguasaan secara bertahap dengan penelitian dan perekayasaan yang terus menerus, mengingat kurangnya referensi baik literatur, text book , maupun diklat/training yang membantu pengembangan sistem kendali ini.
- * Diperlukan rekayasa dari alat alat bantu , mengingat peralatan khusus pengembangan sistem kendali sulit didapat.
- * Masih diperlukan penyempurnaan dari penataan instrumen, pengurangan berat, modifikasi mekanik penggerak dan lain lain
- * Masih terdapat kendala dalam pengadaan instrumen maupun sensor khusus seperti , Gyroscope, solenoid , microprocessor, juga kurangnya tenaga ahli dalam mengembangkan komputer kendali yang diperlukan sesuai dengan perancangan dari roket kendali sayap X ini secara keseluruhan .

7. PENUTUP

Sistem kendali sayap X ini adalah merupakan tahapan kemampuan dalam penyiapan penguasaan teknologi pengendalian. Selain merupakan tahapan menuju suatu penguasaan teknologi kendali dalam misi pengorbitan dimasa mendatang , sistem ini juga merupakan modal dalam mengembangkan suatu sistem pertahanan negara dan tanah air. Pengalaman dan kendala yang dihadapi dalam rekayasa sistem kendali sayap X ini menjadi modal berharga pada pengembangannya dimasa depan .

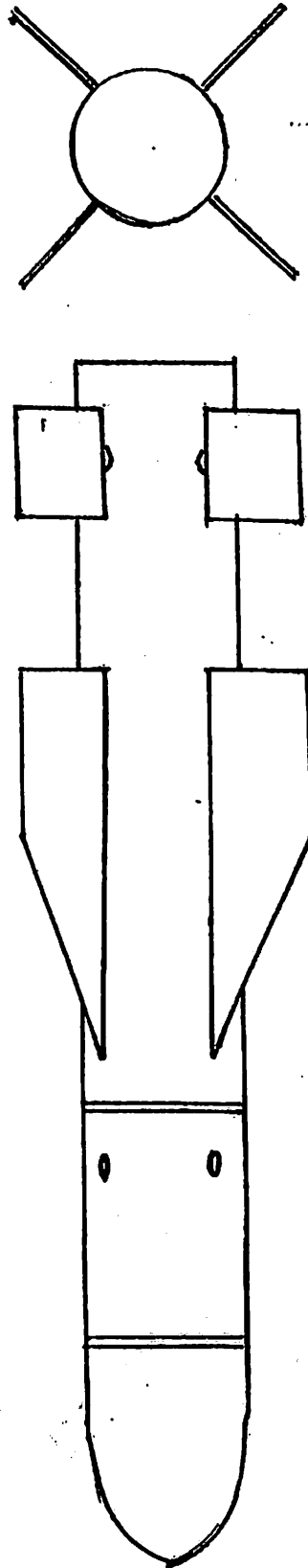
8. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami ucapkan terima kasih kepada DR. Ir. Adi Sadewo. (Deputi Ketua Bidang Pengembangan Teknologi Dirgantara) sebagai konseptor roket kendali sayap X dan juga atas saran saran yang diberikan . Tak lupa juga kepada rekan rekan teknisi Laboratorium Instrumentasi Sistem kendali dan mekanik halus, atas kerja yang dilakukan pada penyiapan perangkat keras sistem kendali sayap X ini .

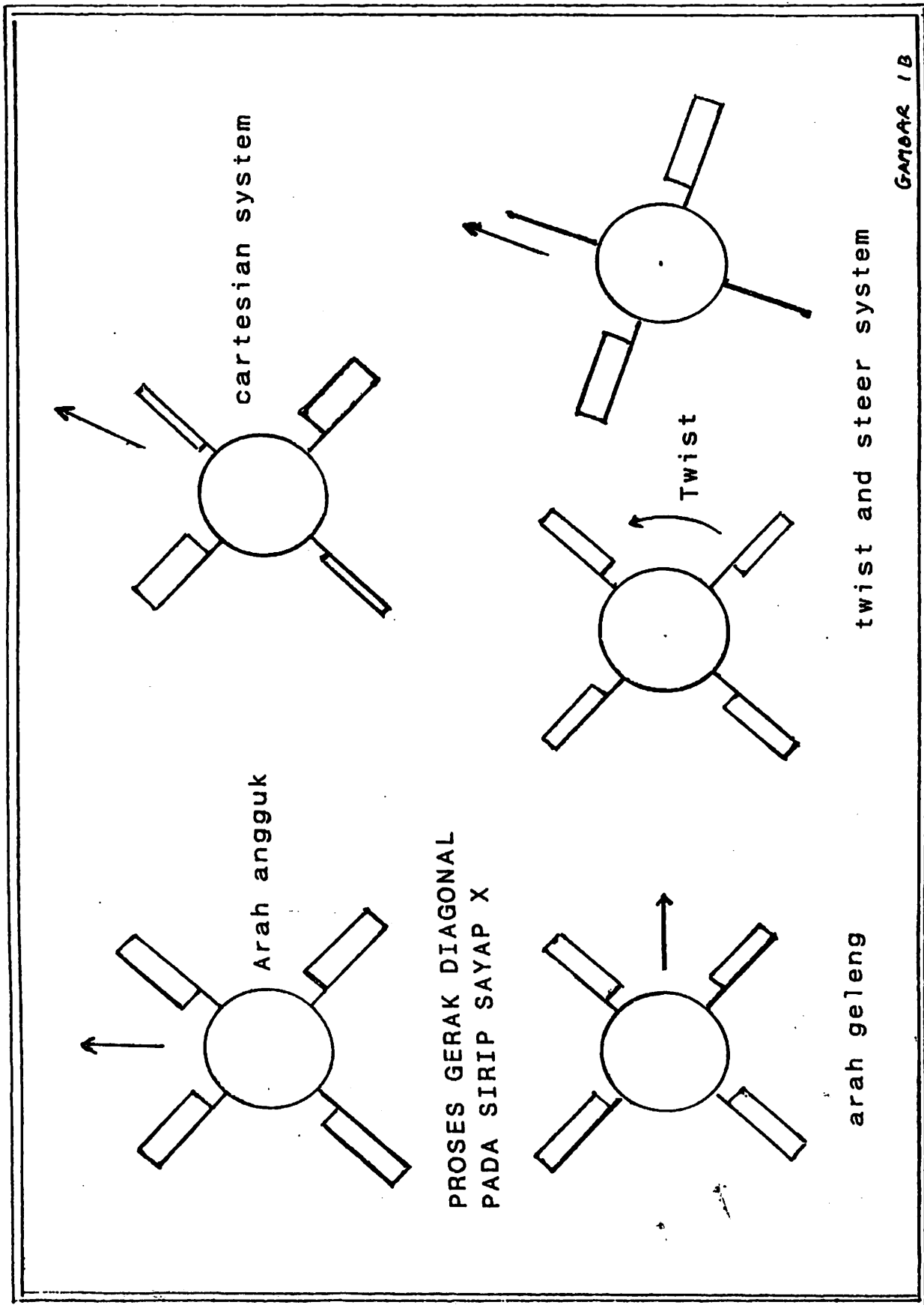
DAFTAR PUSTAKA

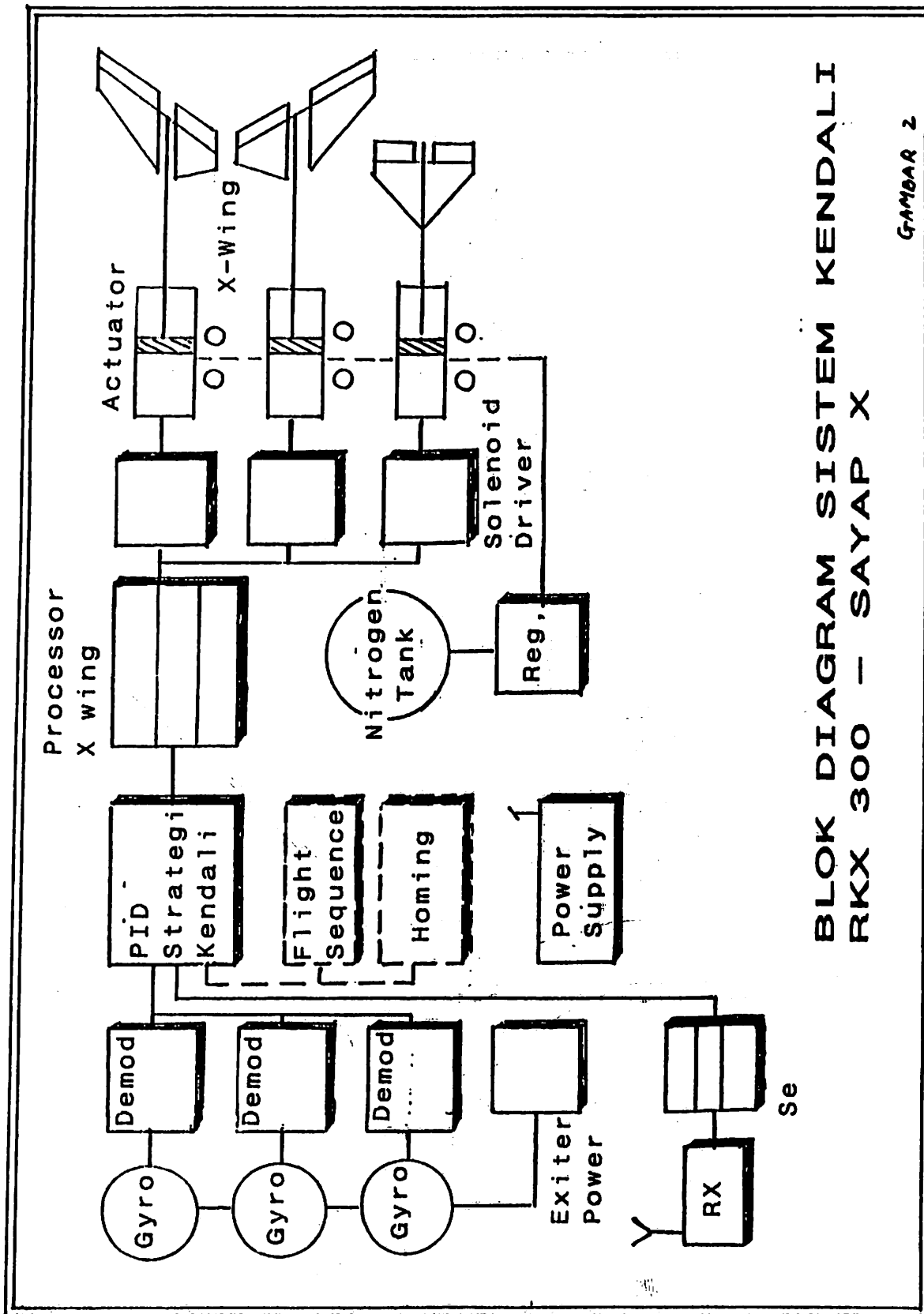
1. Anonim, 1986, Operating Instruction For 150 mm Rocket & Guidance System, Aerolab.
2. Anonim, Introduction Manual FP-856 AP FUTABA RC
3. Anonim, 1989, Linear LSI product.
4. Anonim, 1986, CMOS catalog.
5. Anonim, 1988, Doktek RKX-150-LPN-A , No. DT-RK-01.
6. Anonim, 1991, Doktek RKX-300-LPN , No.DT-RK-03.
7. Anonim, Executive summary of Harpoon guided missile .
8. Anonim, 1986, An introduction to missile aerodynamic problems, Gregoriou, Enviro Gmbh Rep. 86-2.

REKAYASA AWAL
PERANGKAT KERAS SISTEM KENDALI
RKX-300 KONFIGURASI SAYAP X



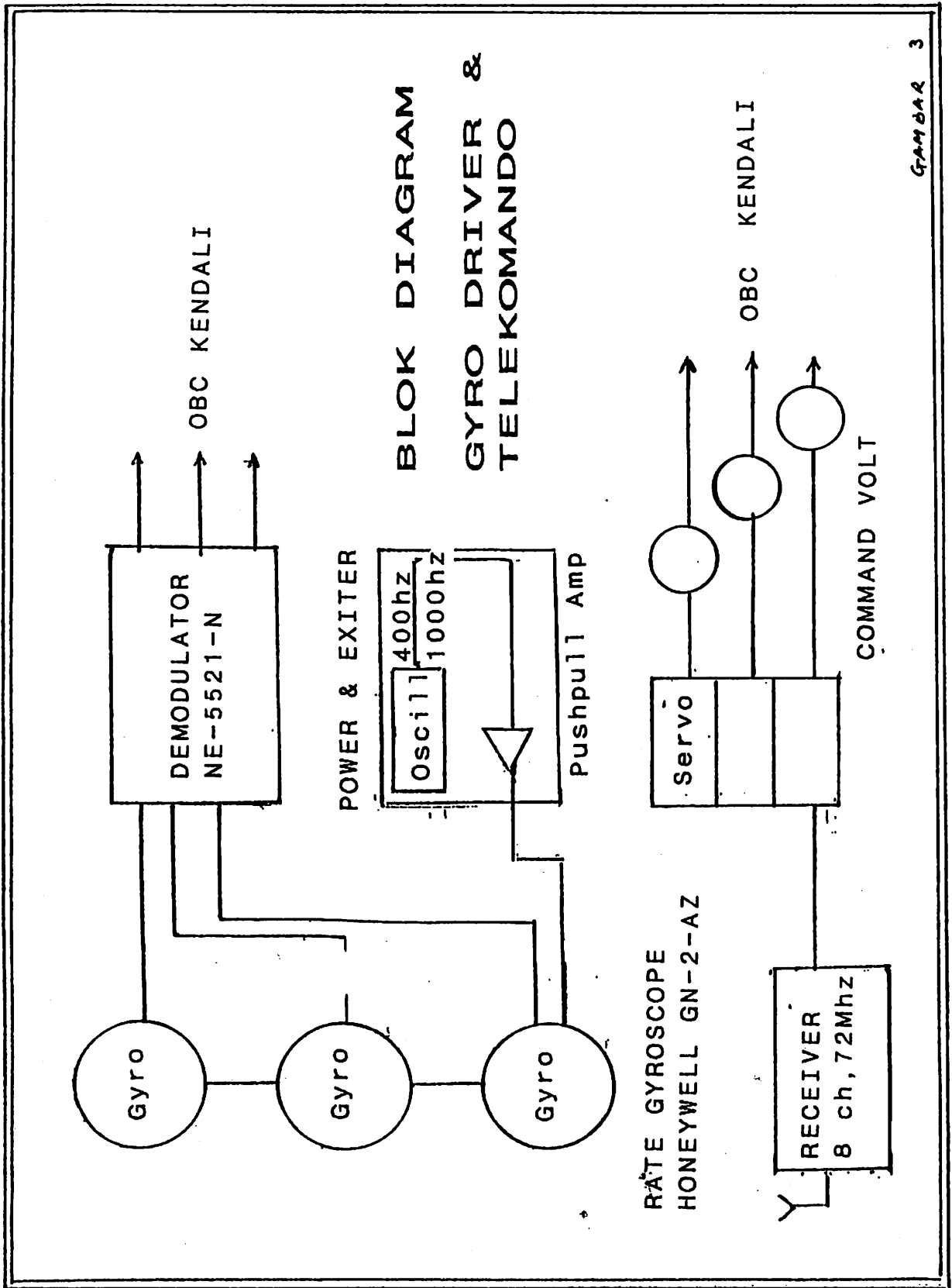
GAMBAR 1A



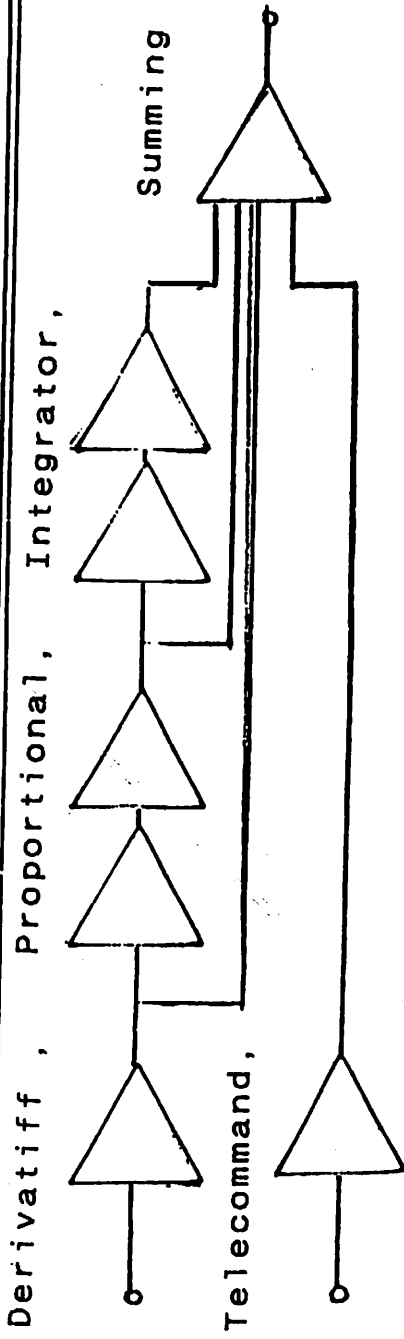


BLOK DIAGRAM SISTEM KENDALI
RXX 300 - SAYAP X

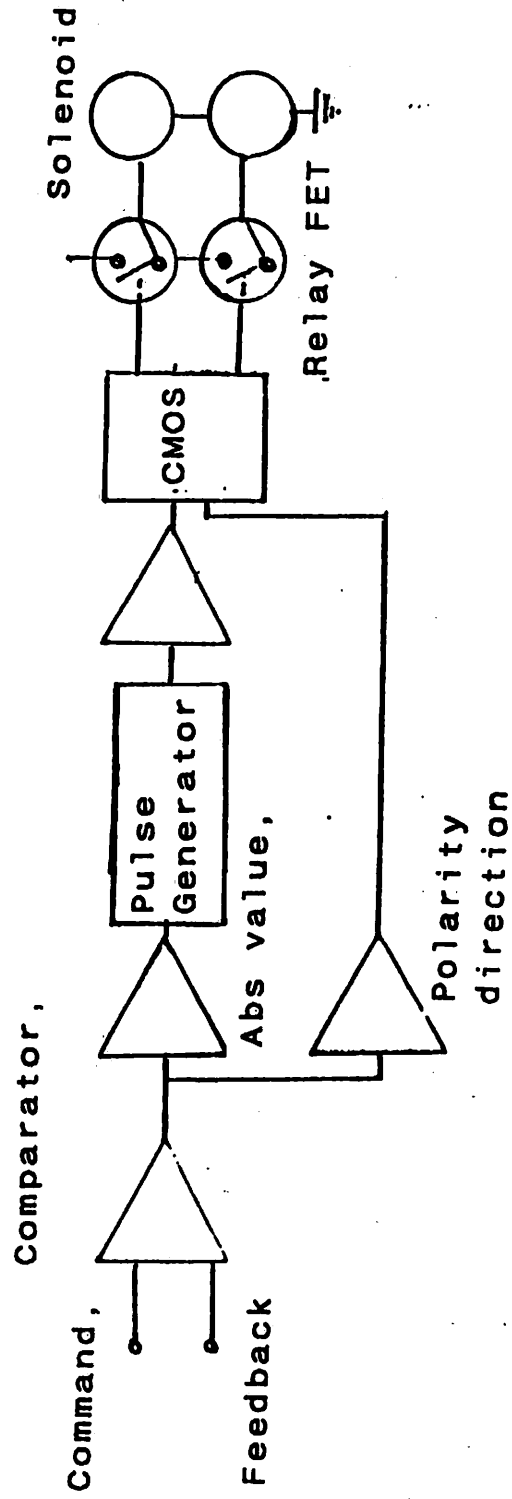
GAMBAR 2



GAMBAR 3

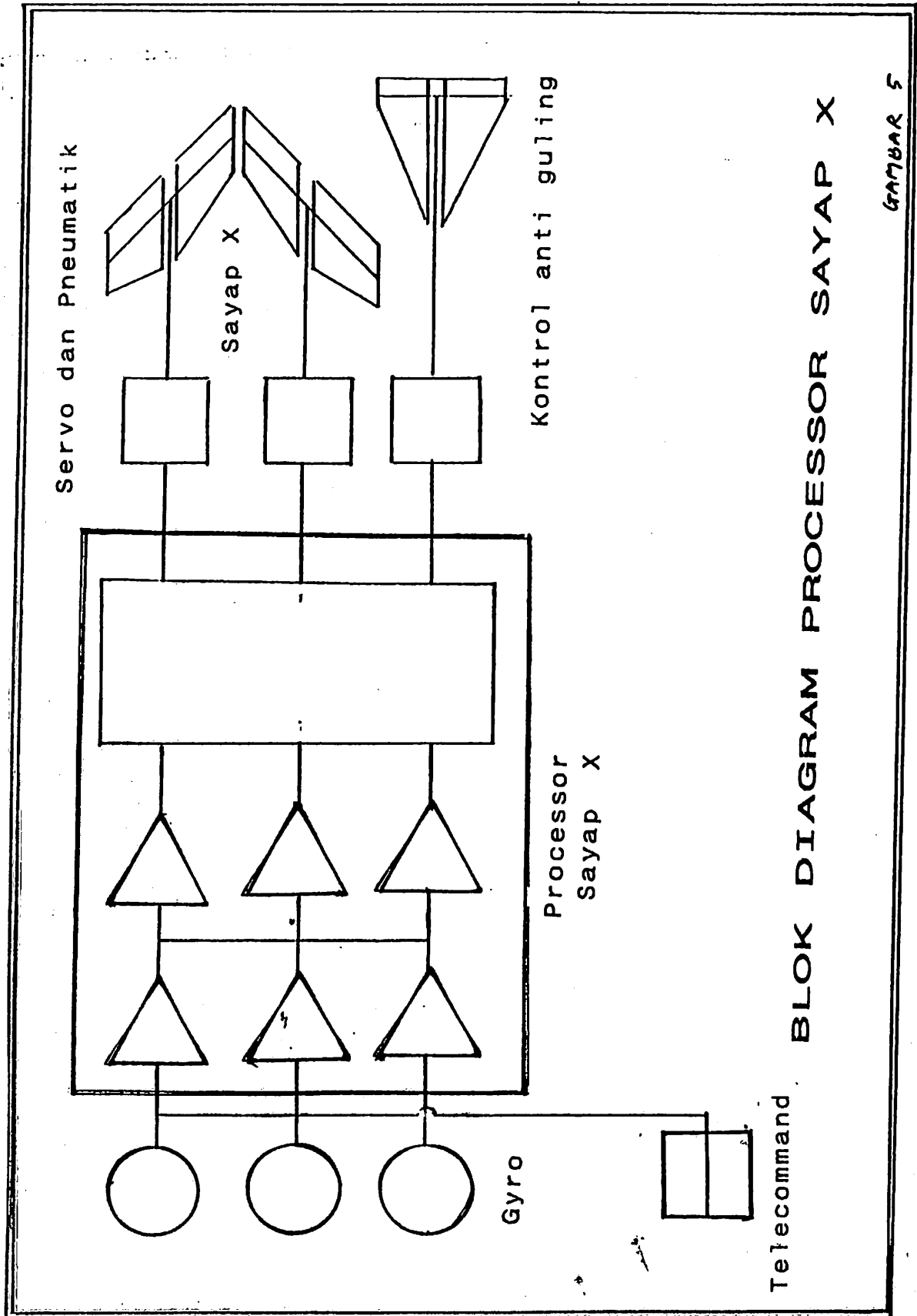


BLOK DIAGRAM PID ON BOARD COMPUTER



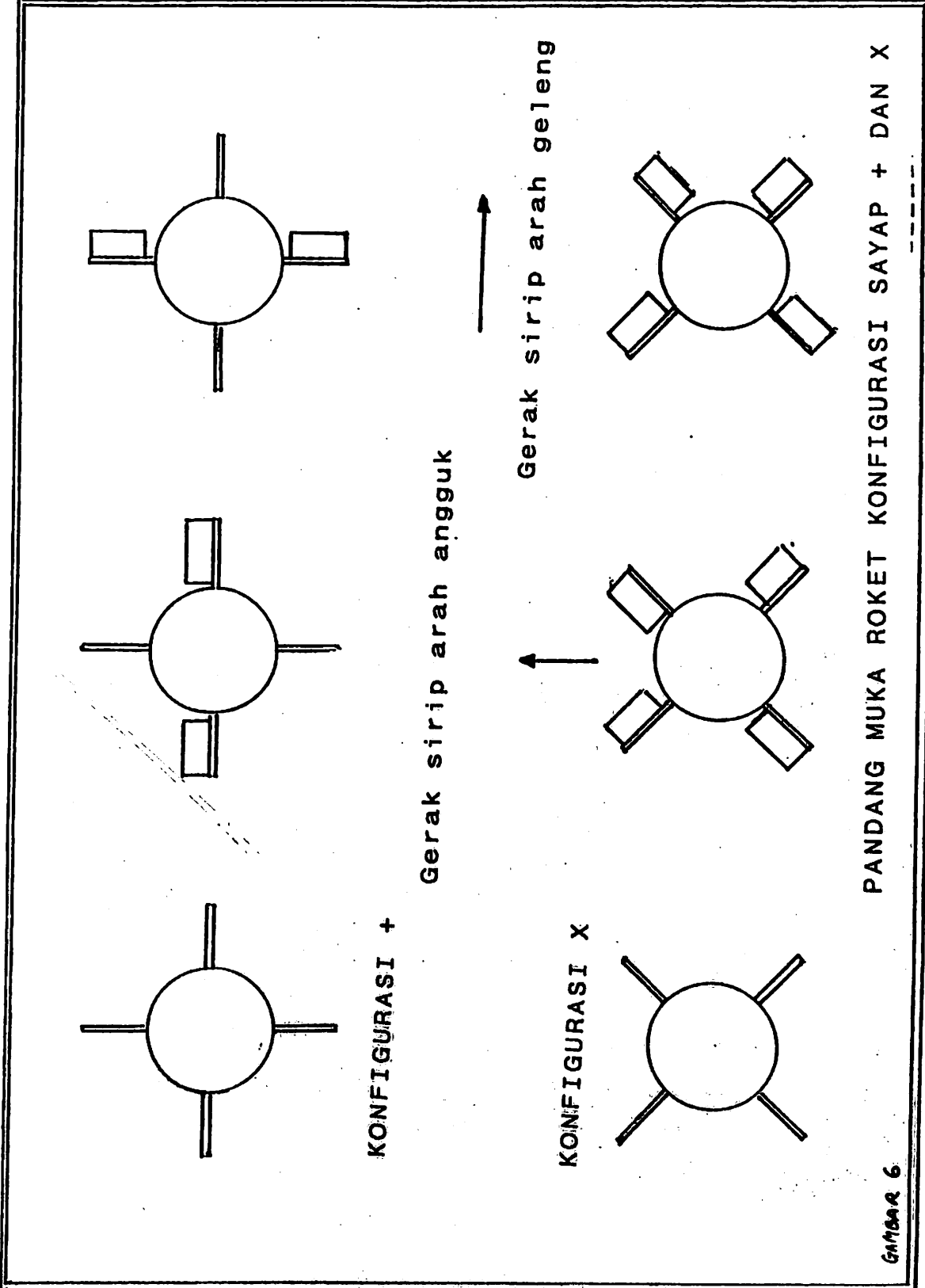
BLOK DIAGRAM SOLENOID DRIVER

GAMBAR 4



BLOK DIAGRAM PROCESSOR SAYAP X

GAMBAR 5



KONFIGURASI +

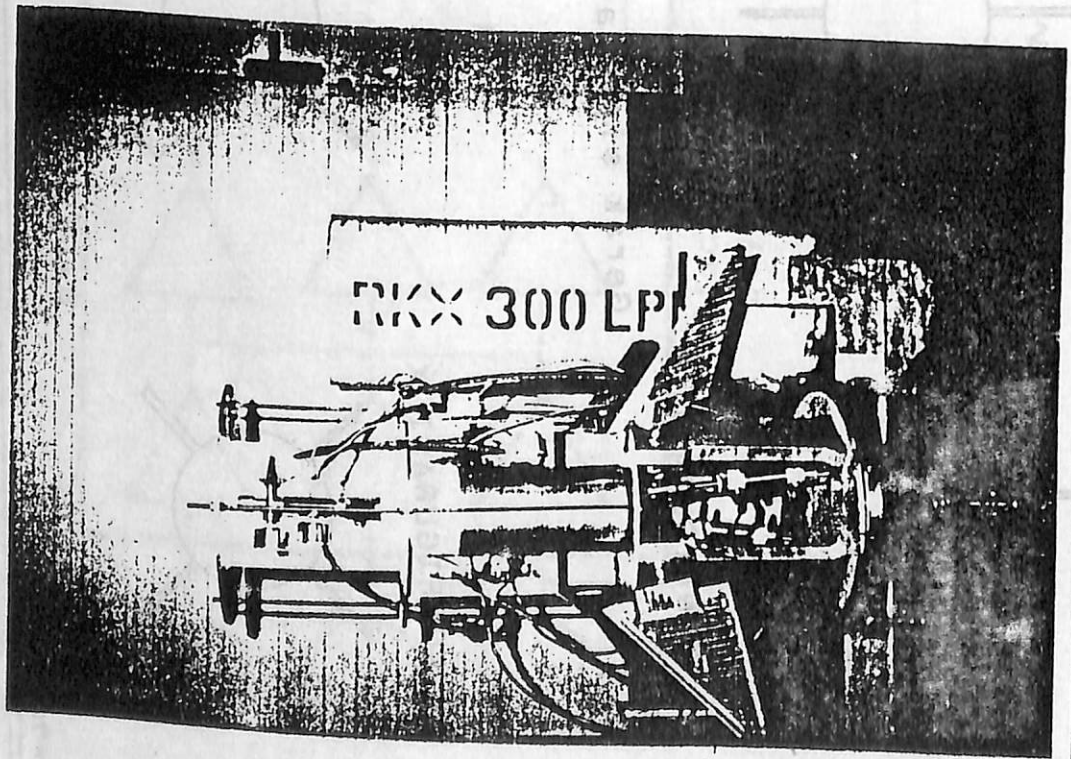
Gerak sirip arah anguk

KONFIGURASI X

Gerak sirip arah geleng

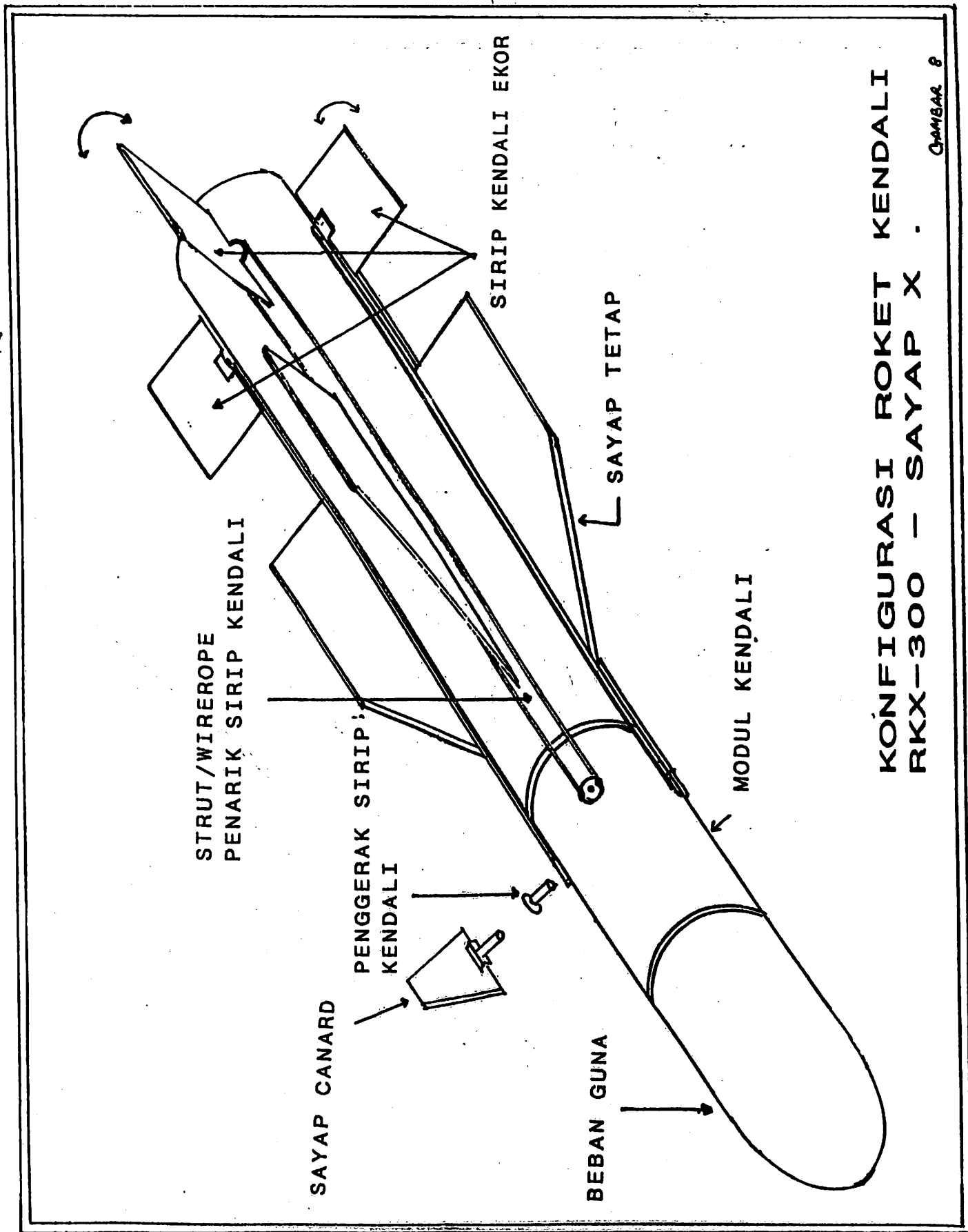
PANDANG MUKA ROKET KONFIGURASI SAYAP + DAN X

Gambar 6



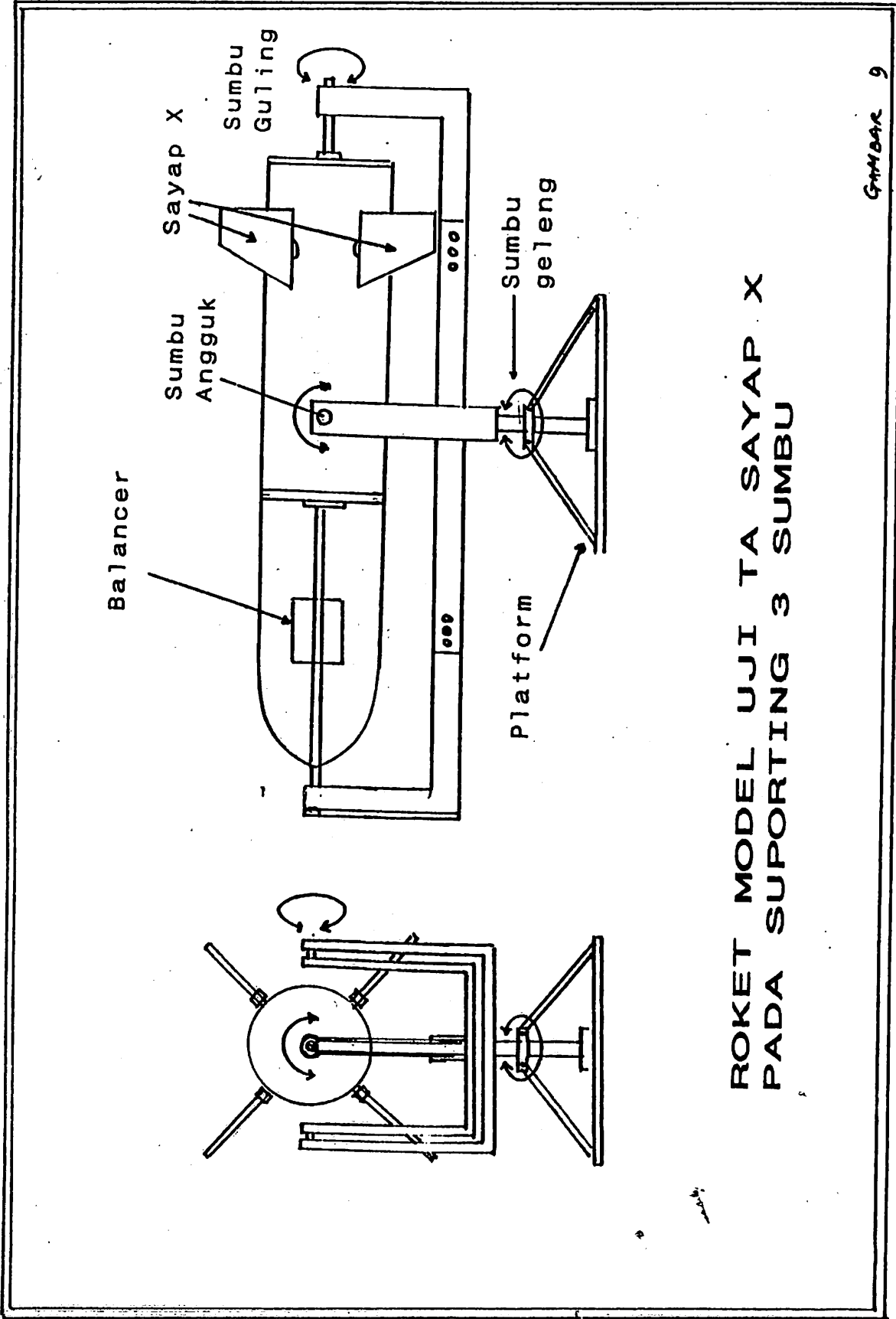
MODUL SISTEM KENDALI
RKX-300 - SAYAP X

GAMBAR 7



KONFIGURASI ROKET KENDALI
RKKX-300 - SAYAP X .

GAMBAR 8



LAMP 1

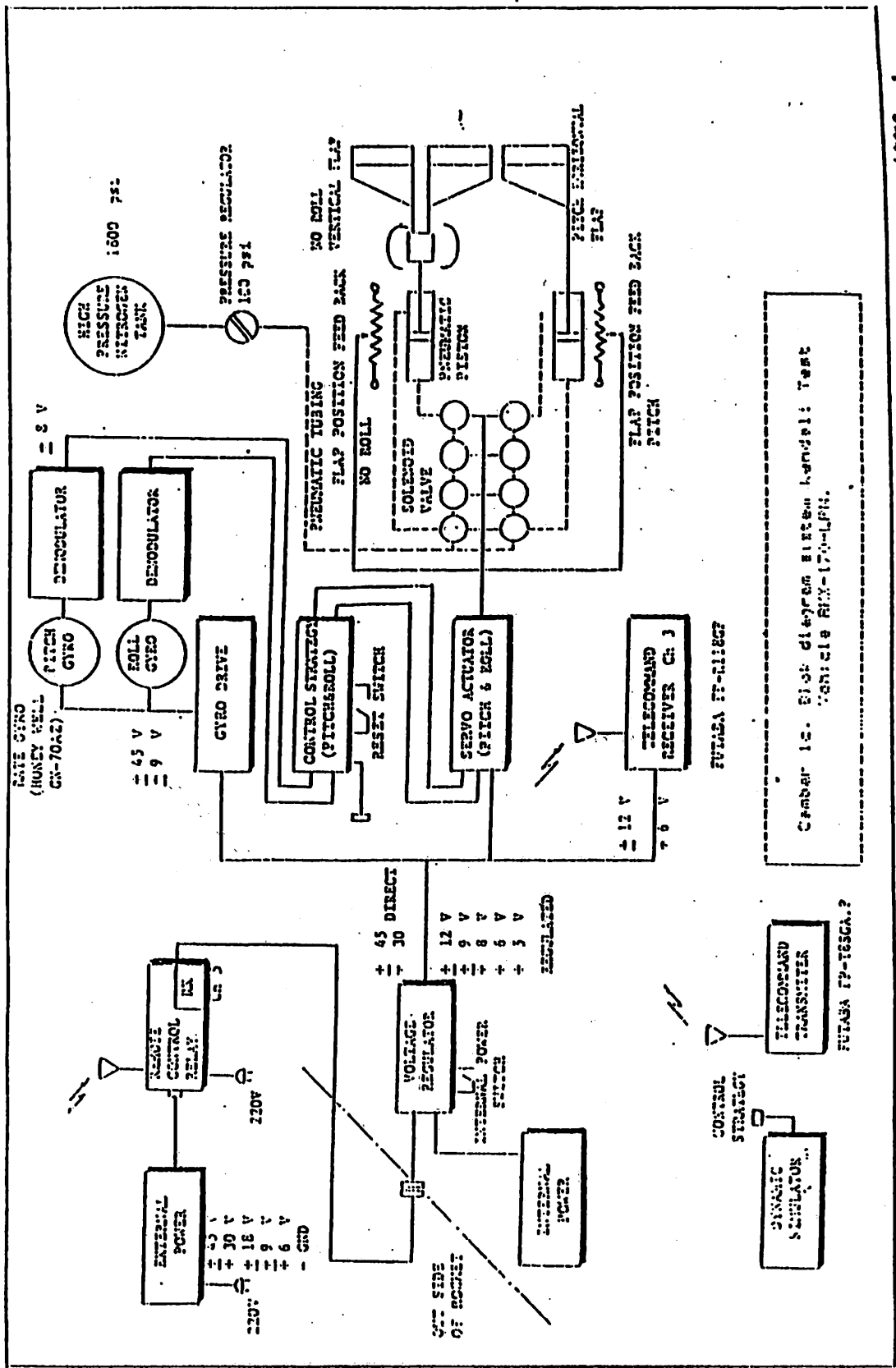
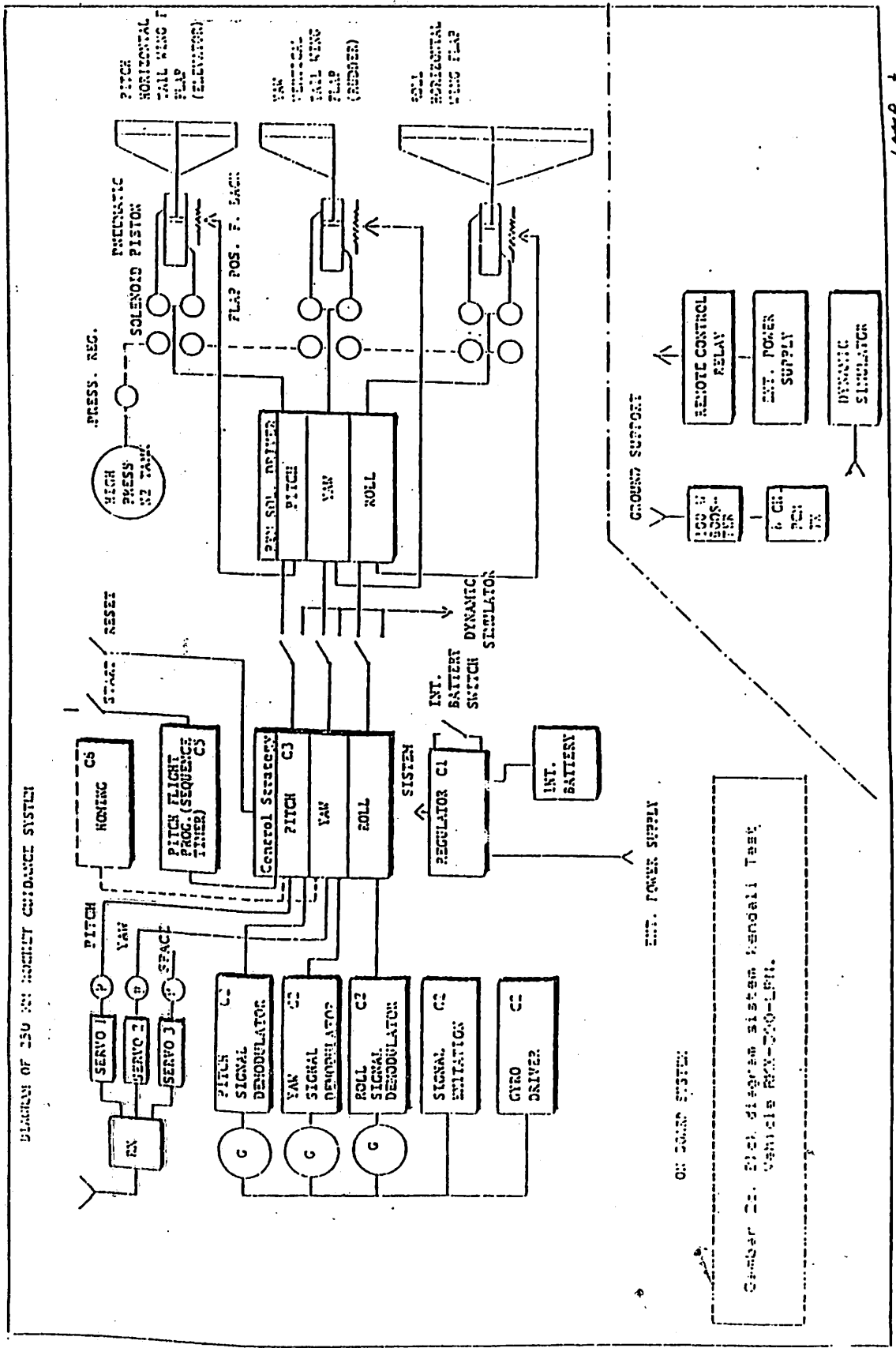
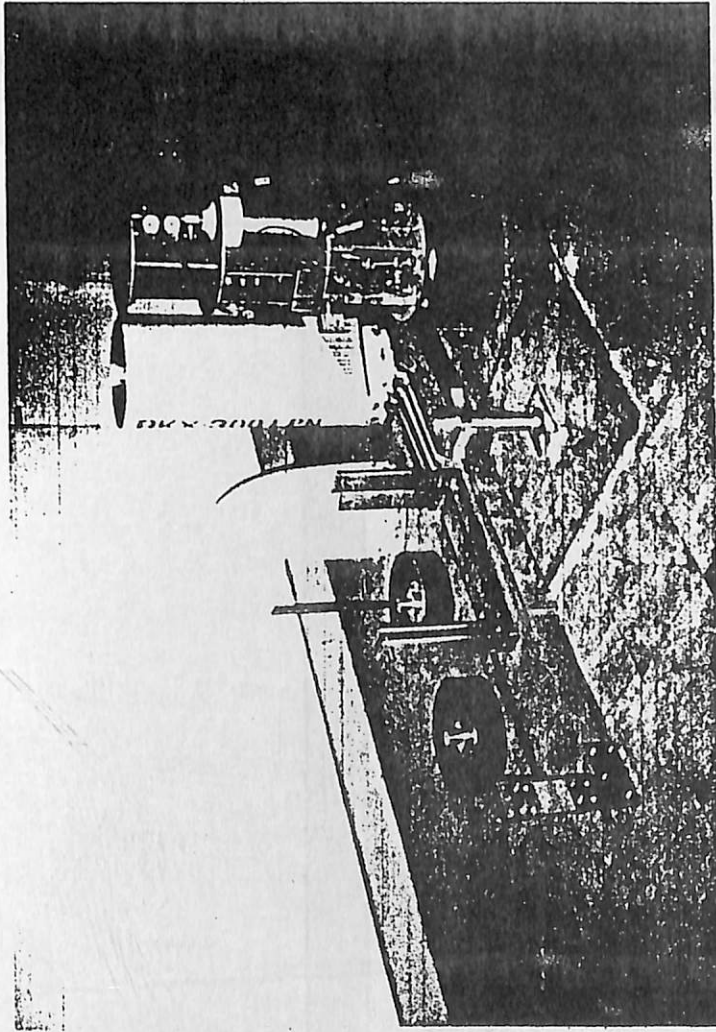


Figure 15. Block diagram system handle: Test Vehicle RUV-170-LPH.



Combar 22. Schematic diagram of the 150 in. Rocket Guidance System Vehicle RVN-700-LPH.

Lamp 2



MODUL KENDALI SAYAP x ; TABUNG ROKET DAN SUPPORTING 3 SUMBU

Lamp 3