

PEMBUATAN PROGRAM VALIDASI SINYAL SENSOR UNTUK PENELITIAN KEANDALAN SISTEM DAN KOMPONEN RSG-GAS

Rokhmadi
Jupiter Sitorus Pane

ABSTRAK

PEMBUATAN PROGRAM VALIDASI SINYAL SENSOR UNTUK PENELITIAN KEANDALAN SISTEM DAN KOMPONEN RSG-GAS. Karena umur atau seringnya terkena paparan radiasi komponen RSG-GAS akan mengalami degradasi, yang akhirnya akan mengurangi bahkan dapat menyebabkan tidak berfungsinya komponen tersebut. Untuk menghindari terjadinya kegagalan fungsi yang berakibat kecelakaan, komponen tersebut harus dipantau dan diamati secara dini. Untuk pemantauan unjuk kerja komponen RSG-GAS perlu dibuat suatu program perhitungan untuk mengevaluasi unjuk kerja komponen. Evaluasi dilakukan dengan mengamati besaran-besaran statistik dari sinyal yang dikeluarkan oleh komponen pada saat awal yang disebut standard dan membandingkannya dengan besaran yang sama dari sinyal komponen saat ini. Pada makalah ini dilaporkan hasil pembuatan program untuk memvalidasi sinyal-sinyal yang keluar dari sensor.

ABSTRACTS

ESTABLISHING OF SIGNAL SENSOR VALIDATION PROGRAM FOR RESEARCH OF RSG-GAS COMPONENT AND RELIABILITY SYSTEM. Because of aging or exposure radiation, RSG-GAS components may suffer from degradation or failure. In order to anticipate an unexpected accidents, the performance of should be monitored as earlier as possible. Hence a computer program for evaluating components performance is needed. The evaluation was performed by measuring statistical value of components signals at their fresh condition and compare them with their recent conditions. This paper describes a computer program established for above purpose validate the signals that comes from detectors.

PENDAHULUAN

Reaktor GA Siwabessy adalah jenis reaktor riset dengan daya nominal 25 MW. Dalam perancangannya telah dipasang berbagai jenis sensor/detektor untuk memantau kondisi operasi sistem reaktor. Sejalan dengan usianya sensor/detektor akan mengalami degradasi sehingga pencatatannya tidak akurat. Kondisi ini akan sangat berpengaruh pada keselamatan keandalan dan kesiapan reaktor. Pengamatan terhadap unjuk kerja sensor/detektor dapat dilihat dari sinyal yang tercatat pada proses instrumentasi.

Untuk melakukan pengamatan itu perlu dibuat suatu program validasi sinyal sensor untuk keperluan keandalan dan efisiensi monitoring dan perawatan instrumentasi reaktor. Program ini dibuat dengan bahasa Pascal berdasarkan simulasi sinyal normal dan

sinyal anomali. Simulasi sinyal normal dilakukan dengan sinyal sinus murni dan untuk mendapatkan program sinyal anomali, dilakukan simulasi sinyal normal yang diganggu dengan sinyal random yang dibangkitkan oleh generator random. Sinyal keluaran dari sinyal normal berupa sinyal sinusoidal, sedangkan keluaran sinyal anomali berupa sinyal non sinusoidal atau tak teratur. Dari simulasi sinyal ini juga dapat dilihat adanya APDF yang simetri untuk sinyal normal dan tak simetri atau non Gaussian untuk sinyal anomali.

Sinyal yang tercatat dari instrumen dapat dikatakan mengalami anomali jika selama operasi tunak harga simpangan baku (STD), akar rerata kuadrat (RMS) atau distribusi statistik melebihi dari harga toleransi.

Suatu modul baru yang dikembangkan untuk mendeteksi, isolasi dan karakterisasi

kemungkinan adanya anomali dalam pembangkitan sinyal adalah BND (Bias and Noise Detection) module. Pada cara BND ini perhitungan dilakukan kedalam 3 tingkat, yaitu deteksi anomali, sensor isolasi dan karakterisasi anomali. Adanya anomali sinyal ditentukan pada tingkat kedua (sensor isolasi), sedangkan untuk menentukan karakterisasi anomali ditentukan dengan cara Cumulative sum (CUSUM). Beberapa besaran kuantitas untuk menentukan dan mengidentifikasi adanya anomali, yaitu dengan menghitung nilai rerata (mean value), simpangan baku (standard deviasi, STD), fungsi kemungkinan kerapatan amplitudo (amplitude probability density function, APDF).

TEORI

Deteksi Anomali dan Isolasi

Deteksi pengaruh abnormal dalam sinyal ditunjukkan oleh analisis kuantitas aktual status yang berpasangan dengan output instrumentasi. Kemudian kuantitas dibandingkan dengan nilai nominal dari sensor. Perhitungan tanda ditunjukkan oleh sensor dalam tiga perbedaan domain, yaitu deterministik, statistik dan frekuensi. Estimasi masing-masing kuantitas sebagai berikut :

Ambil $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$,

N adalah sampel sinyal $x(t)$. (2.1)

a. Nilai rerata

$$m = 1/N \sum_{k=1}^N x_k \quad (2.2)$$

b. Rerata akar kuadrat (RMS)

$$RMS = (1/N \sum_{k=1}^N x_k^2)^{1/2} \quad (2.3)$$

c. Standard deviasi :

$$\sigma = (RMS^2 - m^2)^{1/2} \quad (2.4)$$

d. Amplitudo Probability Density Function (APDF)

APDF dikarakterisasi oleh nilai rerata, varian, *skewness* dan *flatness* (atau *kurtosis*) sinyal. Untuk mendeteksi pengaruh ketidak simetrisan, sebuah momen pusat, *skewness* dihitung sebagai berikut :

$$G_1 = \mu_3 / \sigma^3 \quad (2.5)$$

μ_3 = adalah momen pusat ketiga

σ = adalah standard deviasi

$$G_1 = \{ 1/N \sum_{k=1}^N (x_k - m)^3 \} / \sigma^3$$

$G_1 = 0$ jika APDF gaussian atau simetris.

Untuk mengecek simetris tidaknya APDF, harus dihitung momen ke 4 atau *flatness*, didefinisikan :

$$G_2 = \mu_4 / 3 \sigma^4$$

$$= \{ 1/N \sum_{k=1}^N (x_k - m)^4 \} / 3 \sigma^4 \quad (2.8)$$

APDF akan simetris jika $G_2=1$

Karakterisasi dan Klasifikasi Anomali

Klasifikasi dan karakterisasi anomali akan menunjukkan tipe anomali pada sensor yang diisolasi. Untuk mengkarakterisasi sinyal digunakan cumulative sum (CUSUM) algoritma. Klasifikasi meliputi waktu, hubungan antara rerata, puncak dan nilai RMS dari sinyal.

Algorithma CUSUM

CUSUM digunakan oleh Page dan Hinkley untuk mendeteksi kegagalan. Untuk mendeteksi kegagalan tersebut diamati perubahan deret nilai rerata yang independen dengan variabel random Gaussian.

Ambil $\{x_n\}$ dan didefinisikan $x_n = m_n + e_n$ dimana e_n adalah proses derau putih dengan varian σ^2 dan

$$m_n = m_0 = \text{jika } n < r \quad (2.9)$$

$$m_1 = \text{jika } n > r$$

r adalah *instant* pada level perubahan sinyal.

Prosedure perhitungan CUSUM untuk mendeteksi kenaikan dalam nilai rerata adalah :

$$U_0 = 0$$

$$U_k = \sum_{j=1}^k (x_j - m_0 - v_m/2) \quad (2.10)$$

$$U_{\min} = \min_{0 < j < k}$$

$$U_k - U_{\min} > H \quad (2.11)$$

$$H = -\sigma/v_m \ln a$$

a adalah probabilitas kegagalan alarm

Efek pengurangan dengan nilai referensi dalam penjumlahan adalah menghasilkan penurunan slope dari CUSUM, dimana sinyal adalah termasuk dalam tingkat penerimaan.

Harga H dan v_m adalah nilai positif dan akan ditentukan. v_m adalah nilai referensi. Jika sinyal melebihi nilai referensi, CUSUM adalah positif. Kelebihan CUSUM harus segera diminimalisir oleh nilai H dan alarm mengalami triger.

Waktu instant dapat diestimasi dengan T_i dan waktu instant alarm T_m dimana U_k mempunyai nilai minimum U_{\min} .

Jika penurunan tingkat sinyal ditest pada waktu yang sama, detektor yang lain akan digunakan secara simultan. Didefinisikan seperti berikut :

$$S_0 = 0$$

$$S_k = \sum_{j=1}^k (y_j - m_0 + v_m/2) \quad (2.12)$$

$$S_{\max} = \max_{0 < j < k} S_k \quad (2.13)$$

provide alarm jika $S_{\max} - S_k > H$

Suatu lompatan dideteksi, CUSUM U_k atau S_k berubah secara kontinu positif atau negatif slope, selama nilai U_{\max} maksimum atau minimum S_{\min} . Jika pada suatu titik berubah lagi menjadi negatif (positif), menunjukkan sinyal adalah interval referensi v_m dan akan

dikembalikan menuju nilai normal. Jika alarm baru

$$U_{\max} - U_k > H \text{ atau } S_k - S_{\min} > H \quad (2.14)$$

sehingga waktu anomali t_d dapat ditentukan :

$$T_d = T(U_{\max}) - T(U_{\min}) \text{ atau}$$

$$T_d = T(S_{\min}) - T(S_{\max}) \quad (2.15)$$

Dengan beberapa modifikasi CUSUM algoritma, akan menentukan waktu instant dimana mulai anomali.

Pada kasus praktis, pemrosesan oleh perhitungan blok dari data N , dan nilai $U_0(S_0)$ pada permulaan masing-masing blok tidak nol, Sehingga :

$$U_0 = U_N - U_{\min} \text{ dan } S_0 = S_{\max} - S_N \quad (2.16)$$

Klasifikasi Anomali

1. Perubahan lompatan dalam nilai rerata
2. Perubahan pulsa dalam tingkat sinyal
3. derau sinus

Klasifikasi pertama dibuat dari waktu duration T_d dari perhitungan anomali oleh CUSUM algoritma termodifikasi. Pada kasus ini setiap anomali terakhir lebih besar dari waktu batas (threshold time T_h). diklasifikasikan sebagai sebuah loncatan (jump). Waktu T_h harus disusun sedemikian rupa untuk masing-masing bagian sensor dalam perhitungan tebal pita. Jika T_d kurang dari T_h , maka analisis berikut dilakukan:

- Menghitung rerata dalam blok dan pengurangan dari data
- Menghitung rerata nilai puncak adalah dalam blok data
- Menghitung nilai RMS sinyal tipe sinusoidal 0,707 waktu rerata nilai puncak.
- Menghitung nilai RMS dalam blok
- Jika nilai RMS aktual termasuk dalam bagian tertentu dari nilai RMS dari sinyal

tipe Sinus, kemudian anomali diklasifikasikan sebagai SINUSOIDAL.

Jika nilai RMS aktual kurang dari fraksi nilai RMS dari sinyal tipe sinusoidal, maka anomali diklasifikasikan sebagai PULSE: sebuah anomali tipe PULSE memiliki nilai RMS kecil dibanding anomali tipe sinusoidal.

Jika tes-tes diatas tidak memuaskan kemudian anomali dideklarasikan sebagai JUMP.

METODE

Pada pembuatan program ini dibatasi pada pembuatan perhitungan statistik data untuk identifikasi adanya anomali. Dengan menggunakan bahasa Pascal, program ini disebut Program Stat.Pas. Pengujian program dilakukan dengan membangkitkan sinyal standard sinus dan sinyal terganggu plus random. Program ini disebut Program Sinus.Pas.

Diagram alir dari program ini dapat dilihat pada gambar 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pemrograman diperoleh sinyal sinus dan random seperti pada gambar 2 dan 4. Dari gambar 4 yang merupakan sinyal normal berupa sinusoidal sedang gambar 4 yang merupakan sinyal random berupa sinyal yang tak teratur. Dari sinyal normal dan sinyal random juga bisa diamati fungsi kerapatan kemungkinan amplitudo, (APDF). APDF sinyal normal terlihat simetris atau Gaussian, sedang APDF untuk sinyal random terlihat adanya beberapa puncak yang tak simetris (Gambar 3 dan 5). Derajat ketidak simetrisan APDF sangat

erat kaitannya dengan tingkat kerusakan dari komponen yang diamati.

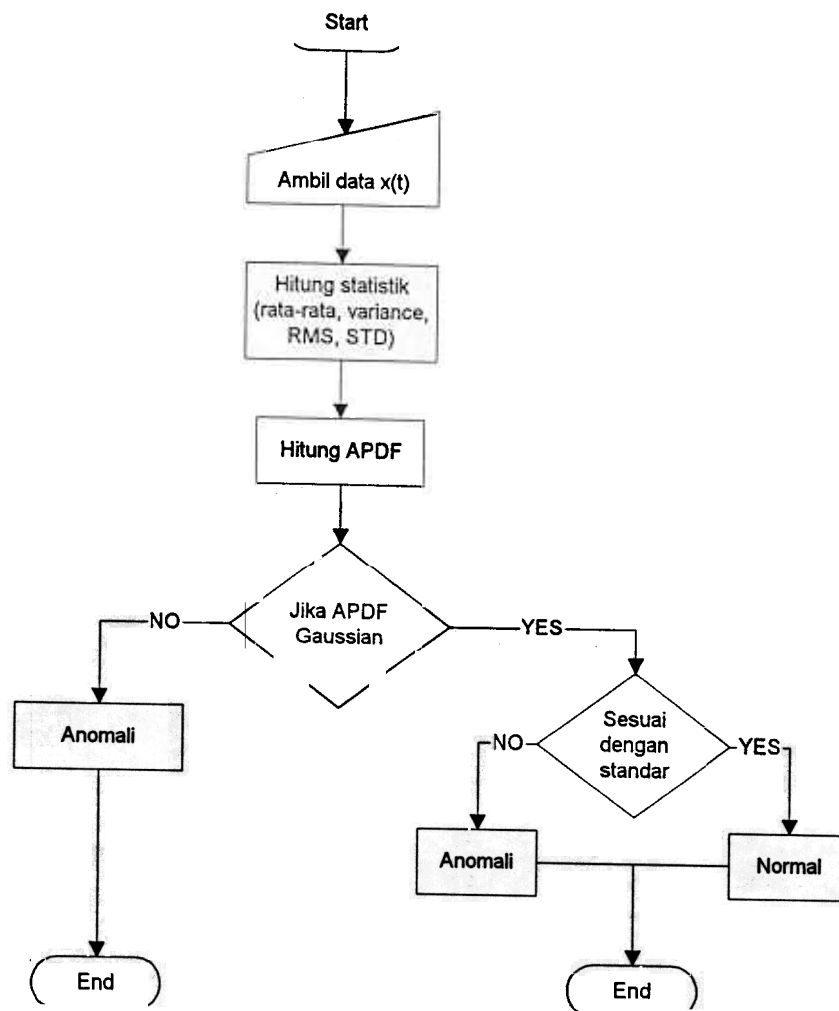
Program diatas masih sangat terbatas pada pengamatan jumlah data yang kecil. Dari hasil pengujian program untuk data yang besar selalu mengalami kesalahan *out of memory* yang saat ini masih belum dapat diatasi. Diperkirakan kesalahan ini adalah akibat belum maksimalnya pengaturan memori dalam pemrograman.

KESIMPULAN

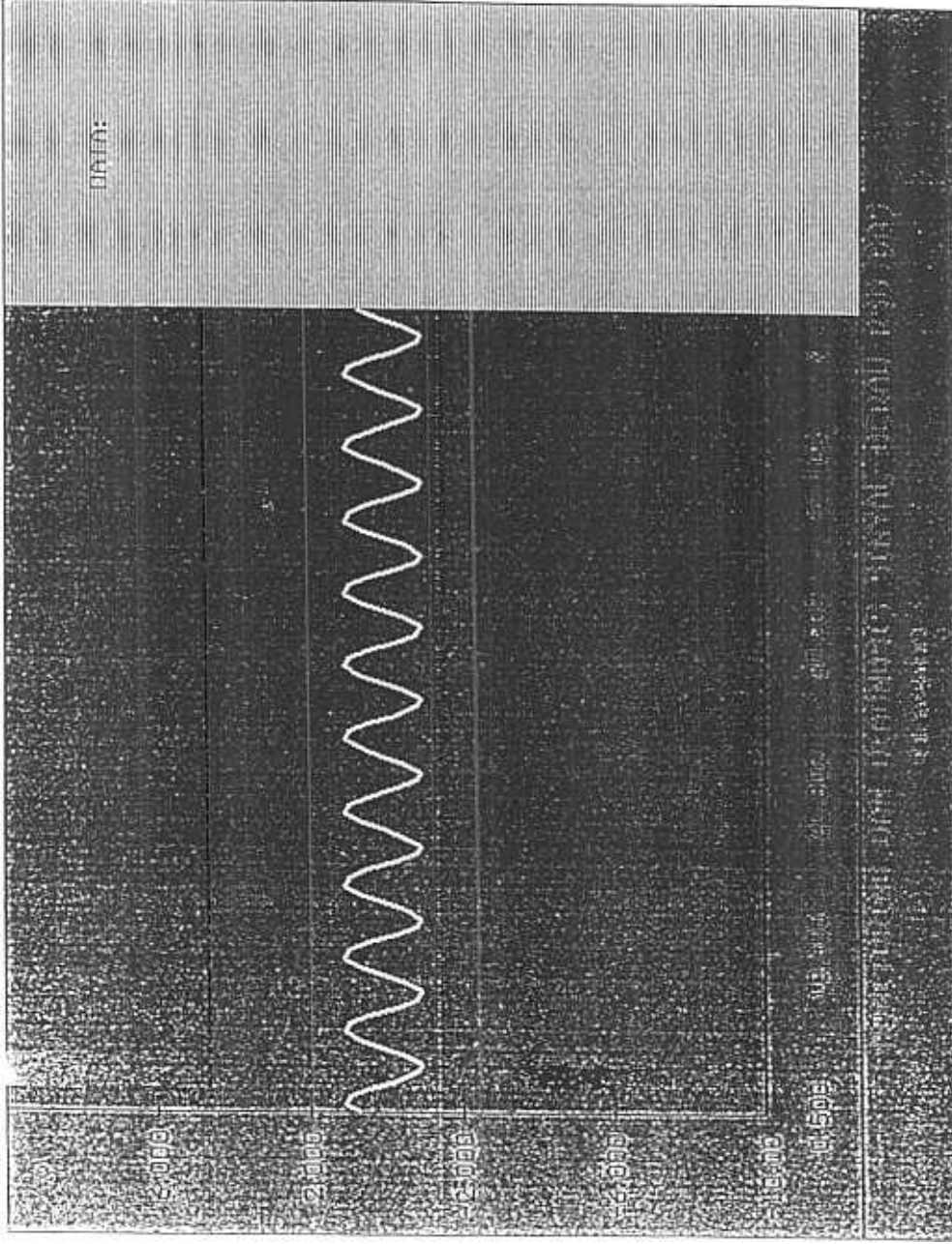
Program validasi sinyal sensor telah berhasil dilakukan dan telah diuji. Program ini masih terbatas untuk perhitungan jumlah data yang kecil, karena keterbatasan penulis pada manajemen memori untuk jumlah data yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

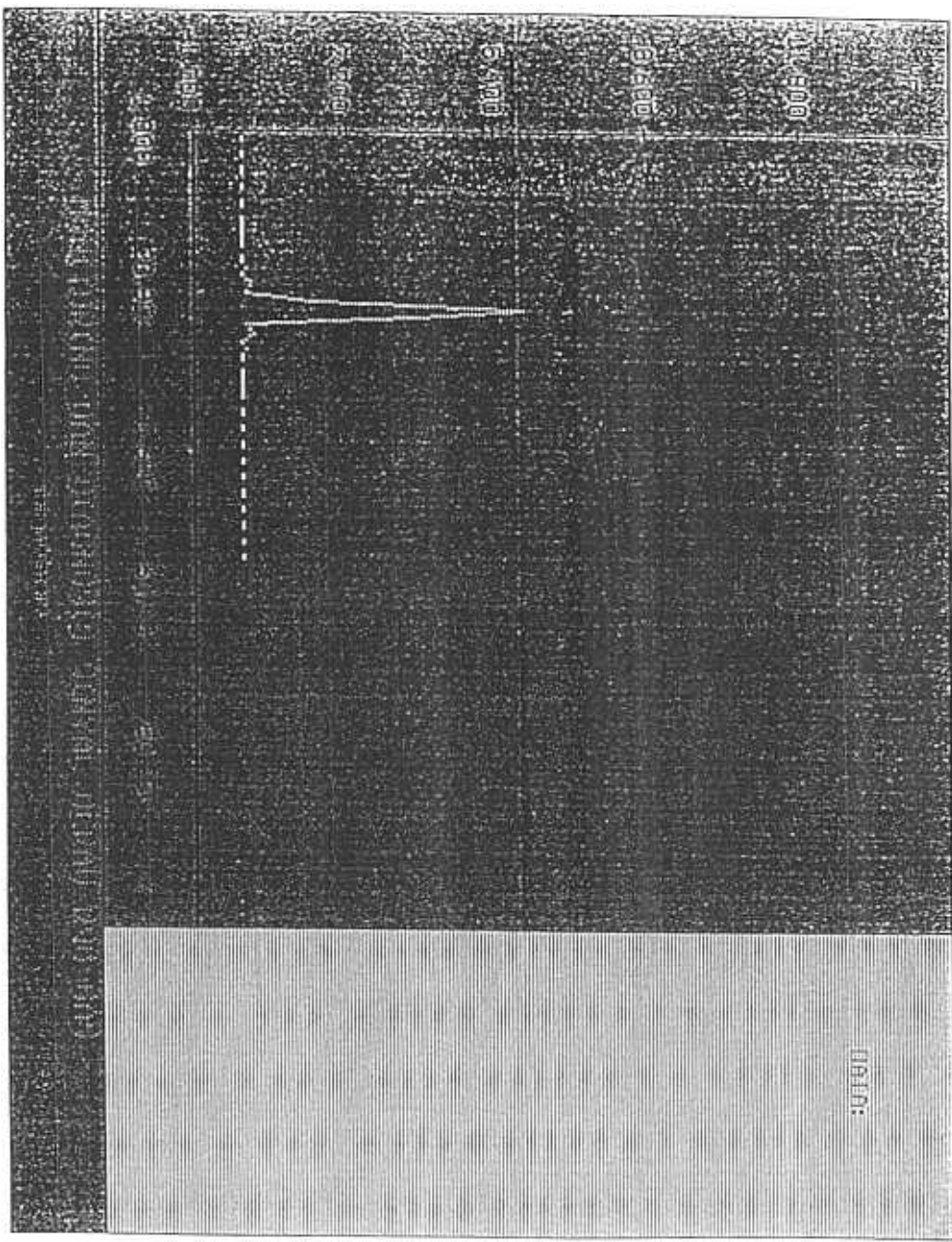
1. B.R. Upadhyaya et al., "Development and Testing of An Integrated Signal Validation System of Nuclear Power Plant", Final report - Volume 2, prepared for the U.S. Department of Energy, by the University of Tennessee, DOE/NE/37959-35, September 1989.
2. Pane JS, et al, "Pembuatan Sistem Akusisi dan Pengolahan Data Untuk Tujuan Pemantauan, Diagnosis dan Perawatan Prediksi", Laporan Litbang RSG-GAS, Maret 1997.
3. Programmer Guide, "Turbo Pascal version 6.0", Borland International, 1990



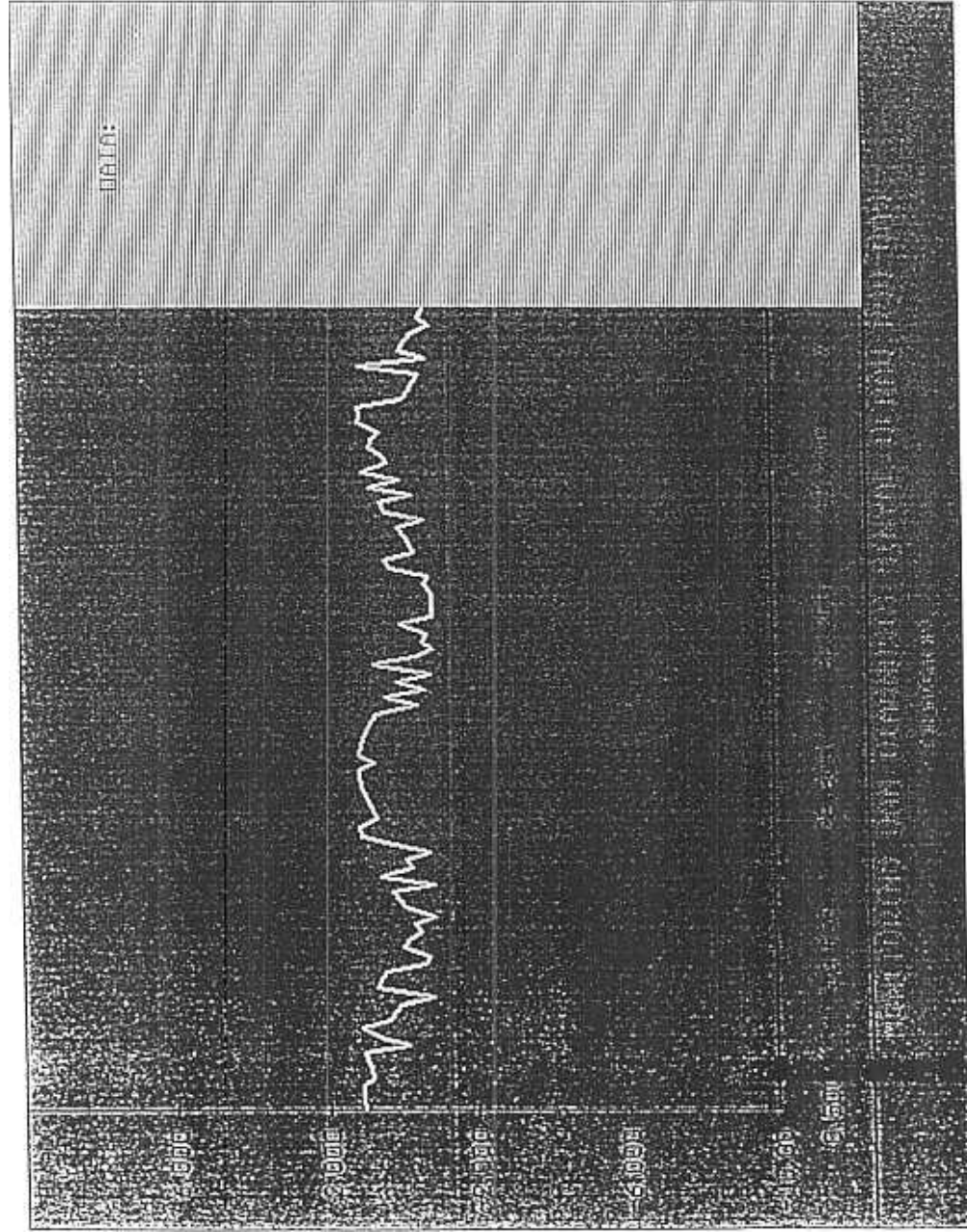
Gambar 1.
Diagram Alir Sinyal Anomali



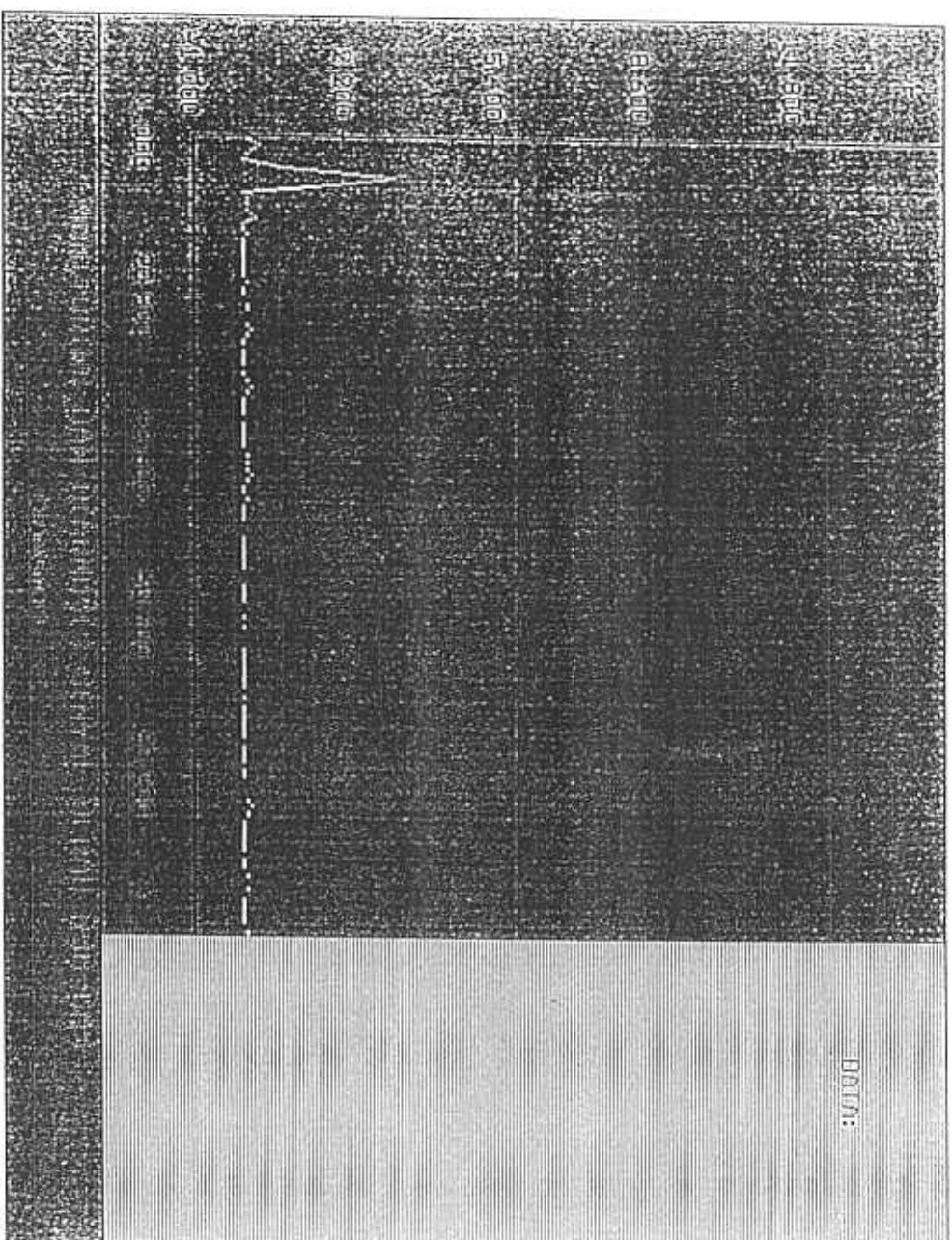
Gambar
Sinyal Normal



Gambar
APDF Sinyal Normal



Gambar
Sinyal Aromali



Gambar
APDF Sinyal Anomali