



# Perancangan dan Pembuatan Modul PAD (*Packet Assembler Disassembler*) dengan Protokol AX.25 untuk Stasiun Bumi Portabel pada Sistem Komunikasi Satelit

DICKY RISMAWAN RAHARJO

2209 106 106

**Pembimbing :**

- Prof. Ir. Gamantyo Hendranto, M. Eng., Ph.D.
- Rudy Dikairono, ST., MT.

# Latar Belakang

❖ INSPIRE

❖ Komunikasi Satelit dengan Stasiun Bumi

❖ *Portable Ground Station*

❖ Protokol Komunikasi Data



# Pendahuluan

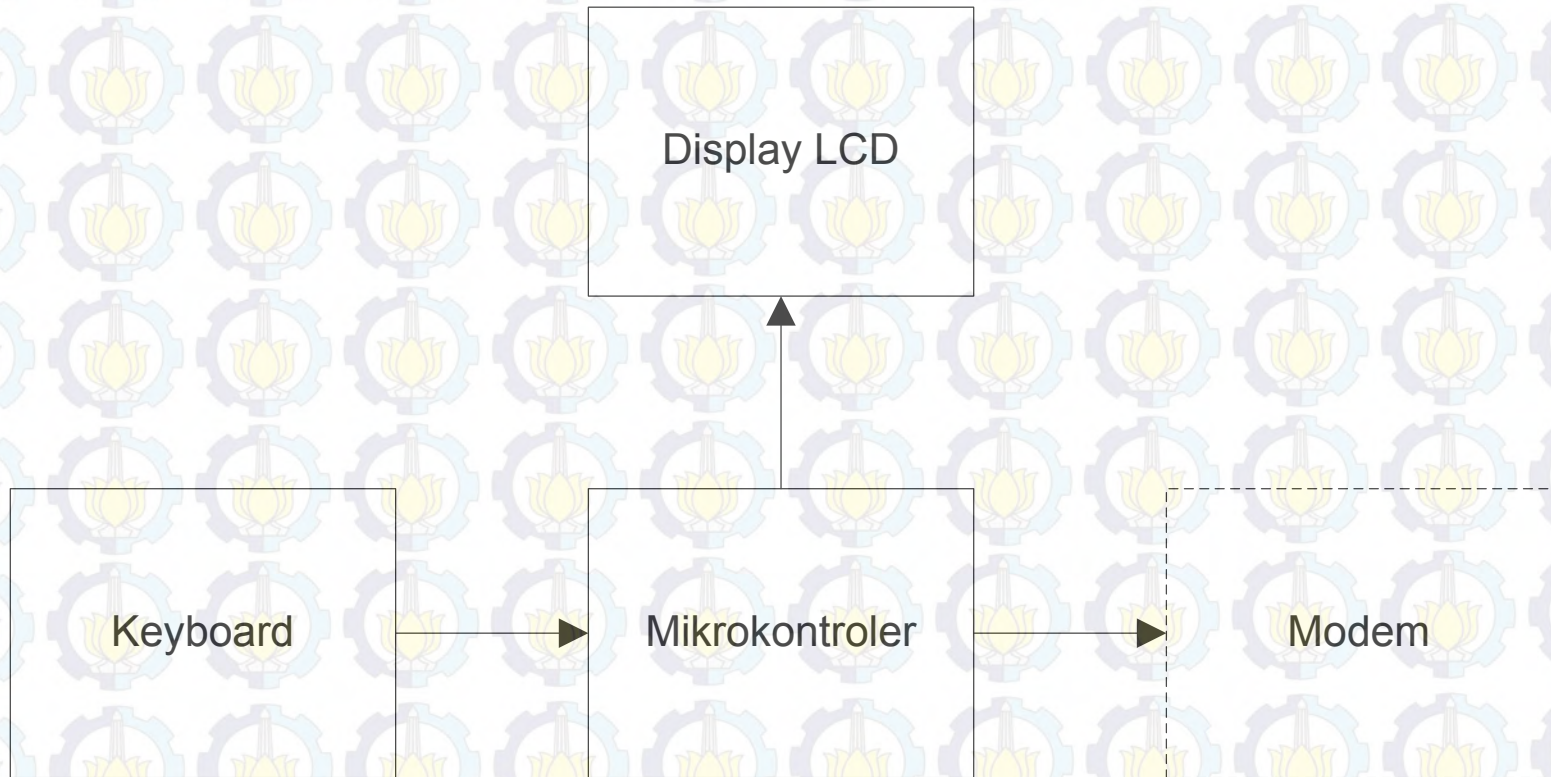
- Modul PAD
- Keandalan Protokol AX.25
- Metode komunikasi dari Protokol AX.25
- Sistem mikrokontroler yang digunakan
- Interface dengan modul stasiun bumi portabel lainnya

# Model Sistem Stasiun Bumi





# Diagram Blok Modul PAD



# Protokol AX.25

Protokol Layer ke 2 dari OSI *Reference Layer*

| Layer         | Function(s)                       |
|---------------|-----------------------------------|
| Data Link (2) | (DLSAP)<br>Segmenter   Management |
|               | Data Link   Data Link             |
| Physical (1)  | Link Multiplexer                  |
|               | Physical                          |
|               | Silicon/Radio                     |



# Protokol AX.25

- Mengkapsulasi data ke dalam bentuk *Frame*
- Tipe dari Protokol AX.25
  - *Supervisory Frame (S Frame)*
  - *Information Frame (I Frame)*
  - *Unnumbered Frame (U Frame)*

| Flag     | Address      | Control   | Info     | FCS     | Flag     |
|----------|--------------|-----------|----------|---------|----------|
| 01111110 | 112/224 Bits | 8/16 Bits | N*8 Bits | 16 Bits | 01111110 |

Konstruksi U dan S Frame

| Flag     | Address      | Control   | PID    | Info     | FCS     | Flag     |
|----------|--------------|-----------|--------|----------|---------|----------|
| 01111110 | 112/224 Bits | 8/16 Bits | 8 Bits | N*8 Bits | 16 Bits | 01111110 |

Konstruksi I Frame

# Protokol AX.25

- Mengkapsulasi data ke dalam bentuk *Frame*
- Tipe dari Protokol AX.25
  - *Supervisory Frame (S Frame)*
  - *Information Frame (I Frame)*
  - *Unnumbered Frame (U Frame)*

| Flag     | Address      | Control   | Info              | FCS     | Flag     |
|----------|--------------|-----------|-------------------|---------|----------|
| 01111110 | 112/224 Bits | 8/16 Bits | $N \times 8$ Bits | 16 Bits | 01111110 |

Konstruksi U dan S Frame

| Flag     | Address      | Control   | PID    | Info              | FCS     | Flag     |
|----------|--------------|-----------|--------|-------------------|---------|----------|
| 01111110 | 112/224 Bits | 8/16 Bits | 8 Bits | $N \times 8$ Bits | 16 Bits | 01111110 |

Konstruksi I Frame



# Sub-Field AX.25

## □ *Flag*

Mempunyai nilai biner 01111110 atau 7E hexa

## □ *Address*

Berisi alamat *callsign* dan SSID dari pengirim, penerima dan *repeater*

## □ *Control*

Berisi perintah dan urutan dari *frame AX.25* yang dikirimkan

## □ *PID*

Berisi identifikasi fungsi khusus dari protokol AX.25 yang digunakan

# Sub-Field AX.25

- *Info*

Berisi informasi data teks yang dikirimkan

- *FCS*

Terdiri dari 2 byte yang berisi perhitungan CRC dari frame AX.25.



# Sub-Field Control

| Control Field Type | Control-Field Bits |   |     |      |   |   |     |
|--------------------|--------------------|---|-----|------|---|---|-----|
|                    | 7                  | 6 | 5   | 4    | 3 | 2 | 1 0 |
| I Frame            | N(R)               |   | P   | N(S) |   | 0 |     |
| S Frame            | N(R)               |   | P/F | S    | S | 0 | 1   |
| U Frame            | M                  | M | M   | P/F  | M | M | 1 1 |

| Control Field Type      |       | Type   | Control-Field Bits |   |   |     |   |   |     |
|-------------------------|-------|--------|--------------------|---|---|-----|---|---|-----|
|                         |       |        | 7                  | 6 | 5 | 4   | 3 | 2 | 1 0 |
| Set Async Balanced Mode | SABME | Cmd    | 0                  | 1 | 1 | P   | 1 | 1 | 1 1 |
| Set Async Balanced Mode | SABM  | Cmd    | 0                  | 0 | 1 | P   | 1 | 1 | 1 1 |
| Disconnect              | DISC  | Cmd    | 0                  | 1 | 0 | P   | 0 | 0 | 1 1 |
| Disconnect Mode         | DM    | Res    | 0                  | 0 | 0 | F   | 1 | 1 | 1 1 |
| Unnumbered Acknowledge  | UA    | Res    | 0                  | 1 | 1 | F   | 0 | 0 | 1 1 |
| Frame Reject            | FRMR  | Res    | 1                  | 0 | 0 | F   | 0 | 1 | 1 1 |
| Unnumbered Information  | UI    | Either | 0                  | 0 | 0 | P/F | 0 | 0 | 1 1 |
| Exchange Identification | XID   | Either | 1                  | 0 | 1 | P/F | 1 | 1 | 1 1 |
| Test                    | TEST  | Either | 1                  | 1 | 1 | P/F | 0 | 0 | 1 1 |



# Sub-Field PID

| HEX  | M<br>S<br>B | L<br>S<br>B | Translation  |
|--|-------------|-------------|--|
| **   | yy0         | lyyyy       | AX.25 layer 3 implemented.   |
| **   | yy1         | 0yyyy       | AX.25 layer 3 implemented.   |
| 0x01   | 00000001    |             | ISO 8208/CCITT X.25 PLP  |
| 0x06   | 00000110    |             | Compressed TCP/IP packet.<br>Van Jacobson (RFC 1144)                           |
| 0x07   | 00000111    |             | Uncompressed TCP/IP packet.<br>Van Jacobson (RFC 1144)                         |
| 0x08   | 00001000    |             | Segmentation fragment  |
| 0xC3   | 11000011    |             | TEXNET datagram protocol   |
| 0xC4   | 11000100    |             | Link Quality Protocol  |
| 0xCA   | 11001010    |             | Appletalk  |
| 0xCB   | 11001011    |             | Appletalk ARP  |
| 0xCC   | 11001100    |             | ARPA Internet Protocol   |
| 0xCD   | 11001101    |             | ARPA Address resolution  |
| 0xCE   | 11001110    |             | FlexNet  |
| 0xCF   | 11001111    |             | NET/RQM  |
| 0xF0   | 11110000    |             | No layer 3 protocol implemented.   |
| 0xFF   | 11111111    |             | Escape character. Next octet<br>contains more Level 3<br>protocol information. |
| Escape character. Next octet<br>contains more Level 3<br>protocol information. | 00001000    |             |  |



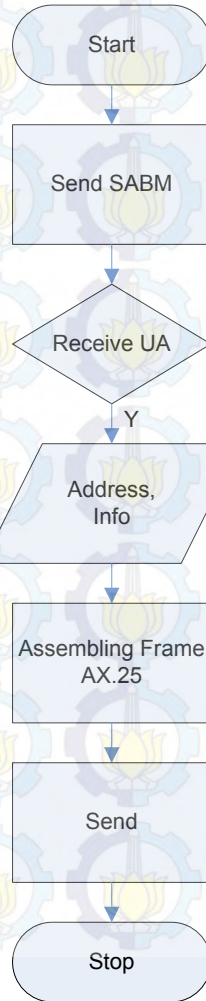
# Desain Perangkat Keras

Menggunakan Mikrokontroler ATmega1280 dengan keyboard sebagai inputan dan layar LCD 4x20 untuk menampilkan data

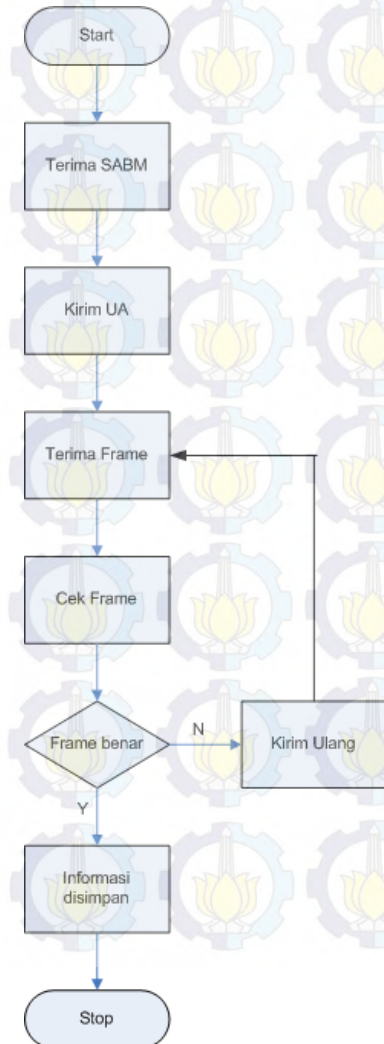


# Algoritma Perangkat Lunak

## ENCODER



## DECODER





# Algoritma Perangkat Lunak

| HEX  | M<br>S<br>B | L<br>S<br>B | Translation  |
|--|-------------|-------------|--|
| **   | yy          | 0lyyyy      | AX.25 layer 3 implemented.   |
| **   | yy          | 10yyyy      | AX.25 layer 3 implemented.   |
| 0x01   | 0000        | 0001        | ISO 8208/CCITT X.25 PLP  |
| 0x06   | 0000        | 0110        | Compressed TCP/IP packet.<br>Van Jacobson (RFC 1144)                           |
| 0x07   | 0000        | 0111        | Uncompressed TCP/IP packet.<br>Van Jacobson (RFC 1144)                         |
| 0x08   | 0000        | 1000        | Segmentation fragment  |
| 0xC3   | 1100        | 0011        | TEXNET datagram protocol   |
| 0xC4   | 1100        | 0100        | Link Quality Protocol  |
| 0xCA   | 1100        | 1010        | Appletalk  |
| 0xCB   | 1100        | 1011        | Appletalk ARP  |
| 0xCC   | 1100        | 1100        | ARPA Internet Protocol   |
| 0xCD   | 1100        | 1101        | ARPA Address resolution  |
| 0xCE   | 1100        | 1110        | FlexNet  |
| 0xCF   | 1100        | 1111        | NET/ROM  |
| 0xF0   | 1111        | 10000       | No layer 3 protocol implemented.   |
| 0xFF   | 1111        | 11111       | Escape character. Next octet<br>contains more Level 3 protocol<br>information. |
| Escape character. Next octet<br>contains more Level 3<br>protocol information. | 0000        | 1000        |  |

| Control Field Type | Control-Field Bits |     |      |     |   |   |   |   |
|--------------------|--------------------|-----|------|-----|---|---|---|---|
|                    | 7                  | 6   | 5    | 4   | 3 | 2 | 1 | 0 |
| I Frame            | N(R)               | P   | N(S) | 0   |   |   |   |   |
| S Frame            | N(R)               | P/F | S    | S   | 0 | 1 |   |   |
| U Frame            | M                  | M   | M    | P/F | M | M | 1 | 1 |

# Parameter dari Frame AX.25

## *Unnumbered Frame*

- *Field address* berisi alamat amatir stasiun tujuan, alamat amatir dari stasiun pengirim dan alamat amatir dari stasiun *repeater* yang dimasukkan melalui *keyboard*.
- *Field Control* bernilai hexa 7F untuk mengirimkan perintah SABM.
- *Field PID* bernilai hexa F0 karena hanya menggunakan *layer 2*.
- *Field Info* diset kosong atau diisi nilai spasi (20 hexa).
- *Field FCS* diset kosong atau diisi nilai hexa FF.



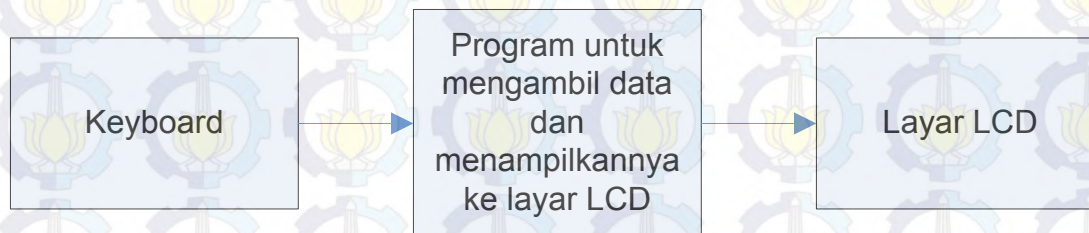
# Parameter dari Frame AX.25

## *Information Frame*

- *Field address* berisi alamat amatir stasiun tujuan, alamat amatir dari stasiun pengirim dan alamat amatir dari stasiun *repeater* yang dimasukkan melalui *keyboard*.
- *Field Control* bernilai hexa 02 untuk menginformasikan bahwa data yang dikirim merupakan data dengan urutan 1.
- *Field PID* bernilai hexa F0 karena hanya menggunakan *layer* 2.
- *Field Info* berisi data teks yang akan dikirimkan.
- *Field FCS* diset kosong atau diisi nilai hexa FF.

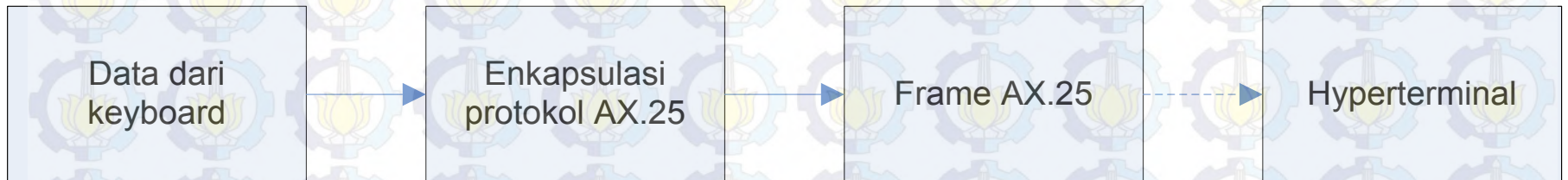
# Pengujian Algoritma

## Algoritma pengambilan data dari keyboard





# Pengujian Algoritma Kapsulasi Data



# Pengujian Algoritma Kapsulasi Data

- ITS sebagai alamat tujuan
- SSID alamat tujuan adalah 0 (60 hexa)
- UGM sebagai alamat pengirim
- SSID alamat pengirim adalah 0 (60 hexa)
- LAPAN adalah alamat *repeater*
- SSID *repeater* adalah 0 (61 hexa)
- *Control field* bernilai 03 hexa
- *PID field* bernilai F0 hexa
- *Info field* berisi kalimat "HALO APA KABAR"
- *Info field* sepanjang 212 karakter, setelah kalimat di atas dikirim akan ditambahkan spasi (20 hex)
- *FCS field* diberi nilai FFFF hexa.







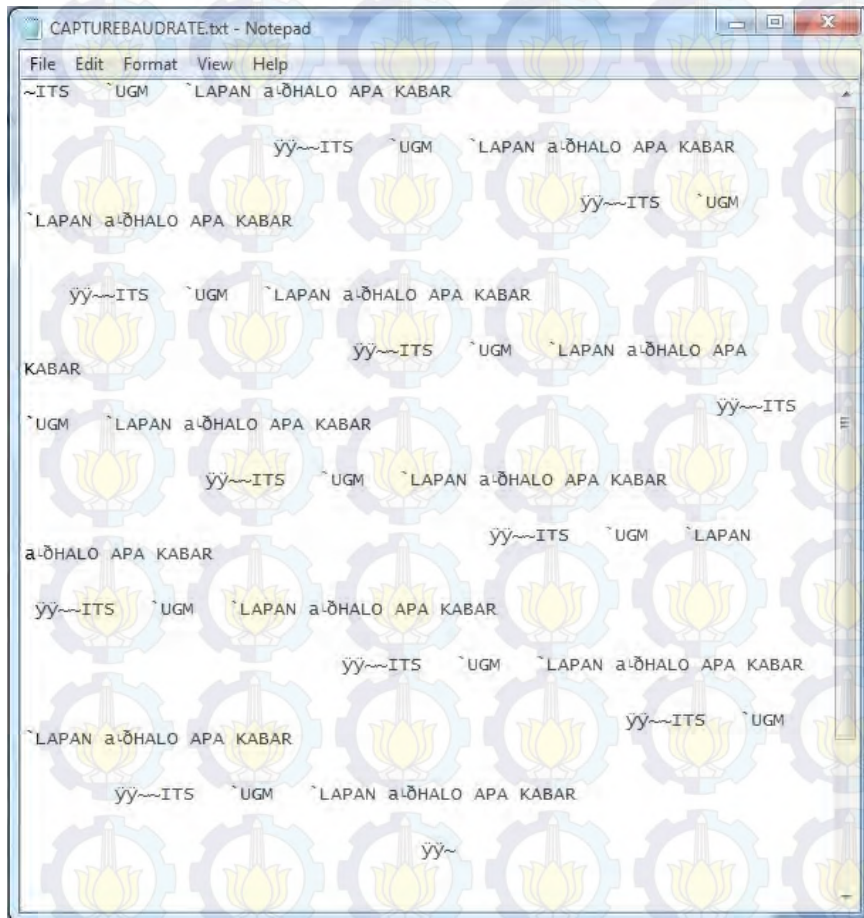
# Pengujian Kecepatan Proses



| Pengiriman | Waktu (detik) |
|------------|---------------|
| 1          | 0.000157332   |
| 2          | 0.000158291   |
| 3          | 0.00015867    |
| 4          | 0.000159183   |
| 5          | 0.00015938    |
| 6          | 0.00015961    |
| 7          | 0.000159978   |
| 8          | 0.000161032   |
| 9          | 0.000165982   |
| 10         | 0.000169742   |
| 11         | 0.000171341   |
| 12         | 0.000175974   |
| 13         | 0.000179179   |
| 14         | 0.000182093   |
| 15         | 0.000218402   |

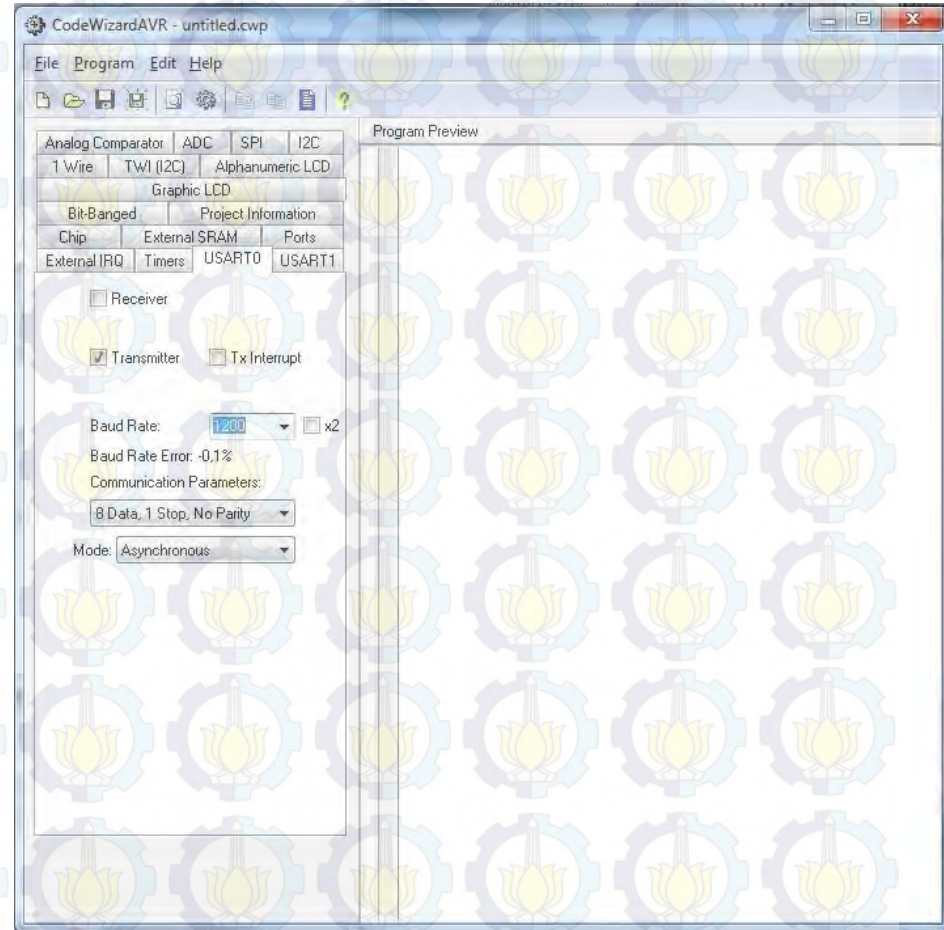


# Pengujian Baud Rate



CAPTUREBAUDRATE.txt - Notepad

```
File Edit Format View Help
~ITS  UGM  LAPAN a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM  LAPAN a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM
LAPAN a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM
KABAR
yy~ITS  UGM  LAPAN a-ðHALO APA
UGM  LAPAN a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM  LAPAN a-ðHALO APA KABAR
a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM  LAPAN a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM  LAPAN a-ðHALO APA KABAR
LAPAN a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM  LAPAN a-ðHALO APA KABAR
yy~ITS  UGM
yy~
```



CodeWizardAVR - untitled.cwp

File Program Edit Help

Program Preview

|                   |               |                     |        |
|-------------------|---------------|---------------------|--------|
| Analog Comparator | ADC           | SPI                 | I2C    |
| 1 Wire            | TWI (I2C)     | Alphanumeric LCD    |        |
| Graphic LCD       |               |                     |        |
| Bit-Banged        |               | Project Information |        |
| Chip              | External SRAM | Ports               |        |
| External IRQ      | Timers        | USART0              | USART1 |

Receiver  
 Transmitter  Tx Interrupt

Baud Rate: 1200  x2  
Baud Rate Error: -0.1%  
Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity  
Mode: Asynchronous

# Pengujian *Baud Rate*

| <i>Baud Rate</i> | Prosentase Kesalahan (%) |
|------------------|--------------------------|
| 110              | 100                      |
| 300              | 0,0                      |
| 600              | 0,0                      |
| 1200             | 0,1                      |
| 2400             | 0,2                      |
| 4800             | 0,2                      |
| 9600             | 0,2                      |
| 14400            | 0,8                      |
| 19200            | 0,2                      |
| 38400            | 0,2                      |
| 56000            | 0,8                      |
| 57600            | 3,7                      |
| 115200           | 7,8                      |



# Kesimpulan

Dari pengujian di peroleh :

- Modul mampu menerima masukan data melalui sebuah *keyboard* portabel dan akan disimpan pada variabel khusus untuk dilakukan proses kapsulasi. Sedikit kekurangan adalah fungsi standar *keyboard* untuk menghapus data (*backspace*) masih belum dapat dilakukan.
- LCD mampu menampilkan data yang dimasukkan melalui *keyboard*. Data ditampilkan hampir bersamaan dengan pada saat penekanan tombol. LCD mampu menampilkan karakter sebanyak 500 buah.
- Modul dapat digunakan untuk proses kapsulasi data. Hasil kapsulasi adalah *frame AX.25* dengan panjang 239 byte.
- Waktu proses kapsulasi data cepat yaitu kurang dari 1 detik pada setiap proses.
- Dalam hal koneksi dengan modem, modul dapat bekerja pada berbagai modem dengan *baud rate* yang berbeda-beda.



Terima Kasih