Akses TFT LCD Pada Sistem Embedded ARM Melalui Linux Framebuffer Driver

Hendra Sanjaya [1], Tjoekdro Jauwmiento [2], Henry Hermawan [3]
1) Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya, Surabaya 60293, email: red_devils09@hotmail.com
2) Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya, Surabaya 60293, email: dark_angelz99@hotmail.com
3) Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya, Surabaya 60293, email: henryhermawan@ubaya.ac.id

Abstract *– Makalah ini mempresentasikan pengaksesan TFT LCD beresolusi 240x320 pixels, 16 bpp, menggunakan Linux framebuffer driver pada sistem embedded berbasis mikrokontroler dengan ARM7TDMI-S CPU Core. Modul sistem embedded yang digunakan adalah LPC2468-32 OEM Board beserta dengan Base Board yang sesuai dengan OEM Board tersebut. Dengan sistem ini, yang menggunakan sistem operasi Linux, akan dilakukan pengaksesan TFT LCD dalam suatu aplikasi bmp viewer yang mana binary dan image files-nya disimpan pada SD Card.*

Kata kunci*: ARM Embedded System, akses TFT LCD, framebuffer, uCLinux*

1. PENDAHULUAN

Embedded System (Sistem *embedded*) sudah banyak dan sering dijumpai dalam *gadget* yang biasa digunakan sehari-hari, seperti: *mobile phone*, *smart phone*, PDA, kamera digital, mesin cuci, dan masih banyak lagi. Seperti yang dijelaskan dalam [1], Sistem *Embedded* pada dasarnya adalah sebuah sistem yang dapat bekerja seperti layaknya sebuah komputer, hanya saja, perbedaan antara sistem *embedded* dengan sistem komputer terletak pada kegunaan dari masing – masing alat tersebut. Komputer banyak digunakan di berbagai bidang karena sifatnya yang "umum" (*general*) sehingga desain sistemnya sangat kompleks, sedangkan sistem *embedded* hanya dibuat untuk suatu kegunaan tertentu, karena itu, spesifikasi yang dibutuhkan untuk sistem ini lebih "kecil" dan sederhana bila dibandingkan dengan sistem komputer. Beberapa *point* penting yang menjadikan istilah sistem *embedded* menjadi sebuah hal yang saat ini banyak digunakan antara lain: *low power*, *high code density*, *low price*, *small dimension*.

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah mikrokontroler 32-bit keluaran NXP Semiconductor yang mempunyai CPU *Core* berbasis ARM dari keluarga LPC2000, yaitu LPC2468. Mikrokontroler buatan NXP ini dapat mengeksekusi instruksi yang memiliki lebar 16-bit maupun 32-bit dengan ARM7TDMI-S CPU *Core* [2,3,4] yang memiliki fitur untuk *real-time debug interface* yaitu JTAG dan *embedded Trace*. Mikrokontroler ini memiliki 512 kB *high-speed Flash memory*. *Flash memory* ini memiliki *special memory interface* dengan lebar 128-bit dan *accelerator architecture* yang memungkinkan bagi CPU untuk mengeksekusi instruksi sekuensial dari *Flash memory* dengan kecepatan *clock* maksimum sebesar 72 MHz. Selain itu, pada mikrokontroler ini juga telah terdapat *on-chip* SRAM sebesar 98 kB. LPC2468 ini sangat ideal untuk aplikasi *multi-purpose communication*, *industrial control*, dan *medical systems*.

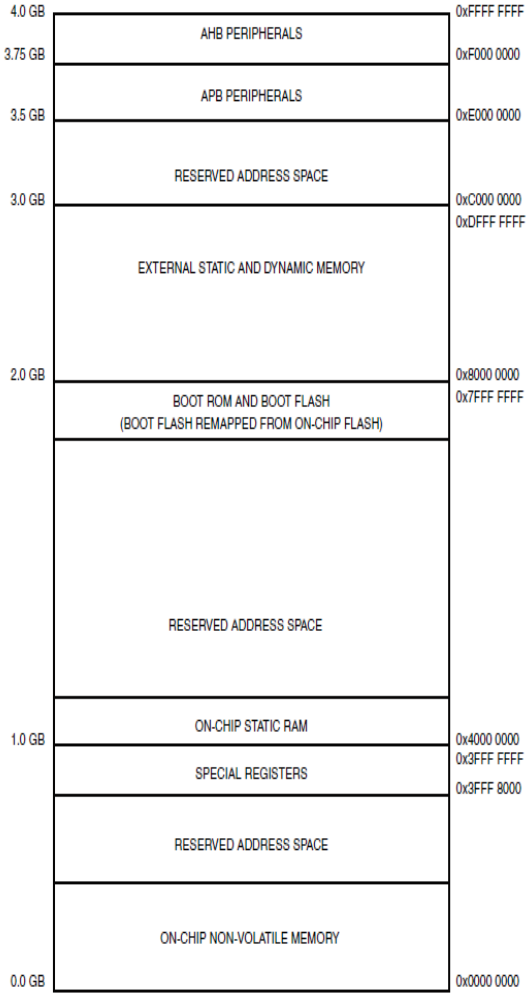
Selain perangkat keras, sistem embedded juga memerlukan sebuah perangkat lunak. Perangkat lunak dibutuhkan untuk menjalankan sistem yang telah dibuat. Perangkat lunak tersebut terdiri dari: *initial firmware*, *operating system*, *device driver*, dan *application software*. Untuk sistem yang sangat sederhana, perangkat lunak yang diperlukan biasanya hanya *initial firmware* dan *application software* yang digabungkan pada *initial firmware*. Jika sistem yang dibangun adalah sistem yang cukup kompleks, biasanya "ditanamkan" juga *operating system* beserta *device driver* pada sistem tersebut untuk fleksibilitas dan kemudahan penambahan dan peng-*upgrade*-an *application software*.

Pada LPC2468 ini, alamat *power-on-reset* terdapat pada alamat 00000000h. Dapat dilihat pada Gambar 1, alamat ini terletak pada *on-chip non-volatile memory* yaitu *internal flash memory* dari LPC2468 ini. Saat LPC2468 diaplikasikan pada suatu sistem yang menggunakan memori eksternal, maka alamat dari memori eksternal tersebut dapat dialokasikan pada alamat 80000000h hingga DFFFFFFFh, yang mana alamat 80000000h hingga 83FFFFFFh dialokasikan untuk *static memory* misalnya NOR *flash* dan NAND *flash*, sedangkan alamat A0000000h hingga alamat DFFFFFFFh dialokasikan untuk *dynamic memory*, misalnya SDRAM.

LPC2468-32 OEM *Base Board Basic* [5,6] adalah *development board* yang dibuat oleh *Embedded Artists AB* dengan menggunakan mikrokontroler buatan *NXP Semiconductor* yaitu ARM7TDMI LPC2468 sebagai otaknya. *Board* ini terdiri dari dua buah *board* utama yaitu LPC2468-32 OEM *Board* dan OEM *Base Board Basic*. Gambar dari dua *board* ini dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

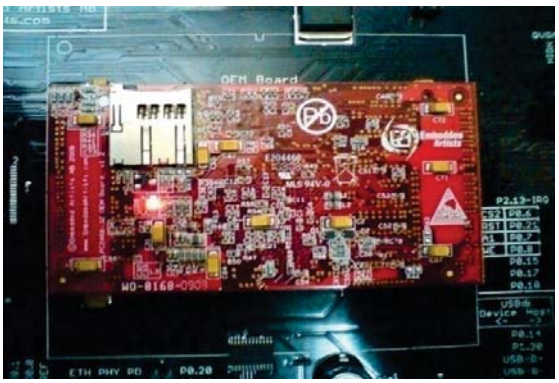
Adapun LPC2468-32 *OEM Board* ini memiliki beberapa spesifikasi sebagai berikut:

- Mikrokontroler ARM7TDMI LPC2468 dengan 512 Kbyte *Flash* dan 96 Kbyte SRAM
- *External Flash memories*: 128 MB NAND FLASH dan 4 MB NOR FLASH
- *External data memory*: 32 MB SDRAM
- 12.0000 MHz *crystal* agar kecepatan eksekusi maksimum dan *standard serial bit rates*, untuk CAN dan USB
- USB-OTG support on USB-A
- 256 Kbit I2C E2PROM untuk penyimpanan *non-volatile parameters*
- 32-bit data bus yang telah di-*buffer* untuk aplikasi eksternal
- µSD/*transflash interface and connector*.



Gambar 1: *Memory Mapping* pada LPC2468 [4]

Gambar 2: *OEM Base Board Basic* (*board* berwarna hitam)



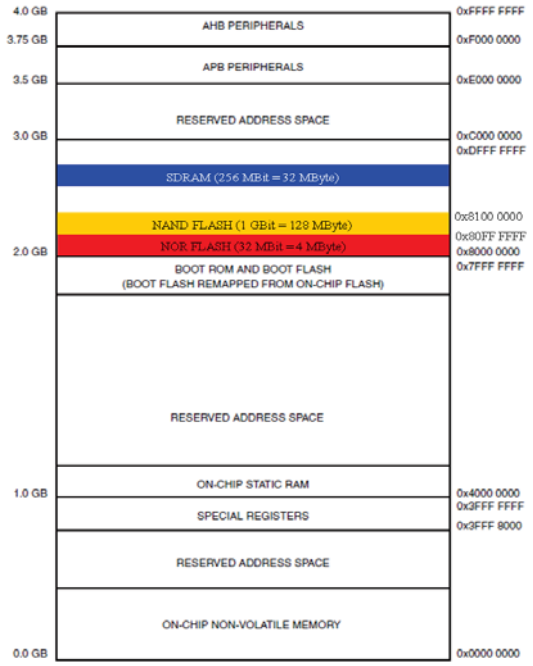
Gambar 3: LPC2468-32 *OEM Board*

OEM *Base Board Basic* memiliki beberapa fitur sebagai berikut:

- MMC/SD *interface and connector*
- JTAG *connector*
- USB *host interface and connector*
- USB *device interface and connector*
- *Color* QVGA LCD and *touch screen expansion connector*
- USB-*to-serial bridge on* UART #0 (FT232R) *and* ISP *functionality*

Daerah memori yang digunakan pada LPC2468-32 *OEM Base Board Basic* adalah sebagai berikut (Gambar 4):

- CS0 (*address range*: 0x8000 0000 – 0x80FF FFFF) → NOR FLASH (32 MBit = 4 MByte).
- CS1 (*address range*: 0x8100 0000 – 0x81FF FFFF) → NAND FLASH (1 GBit = 128 MByte).
- DYCS0 (*address range*: 0xA000 0000 – 0xAFFF FFFF) → SDRAM (256 MBit = 32 MByte).



Gambar 4: *Memory Mapping* pada LPC2468-32 *OEM Base Board Basic* [5]

Board ini menggunakan *Universal bootloader* atau dapat disebut juga u-boot, merupakan sebuah program *opensource* yang dibuat oleh sebuah pembuat program untuk *engineering* yaitu DENX *Software Engineering* [7]. U-boot ini berfungsi untuk mengarahkan ke alamat selanjutnya yang mana terdapat suatu *routine* untuk proses *booting*. Biasanya u-boot ini diletakkan pada alamat *power-on-reset* pada suatu sistem *embedded*. U-boot dapat melakukan proses *booting* dari berbagai macam media, misalnya *serial remote*, LAN, dan dapat juga dari *memory flash* yang lainnya, baik internal maupun eksternal. Supaya dapat melakukan proses *booting* dari berbagai macam media, maka u-boot mempunyai kemampuan untuk mengidentifikasi berbagai macam fitur dalam suatu IC yang digunakan sebagai otak dari suatu *embeded system*.

Operating System (OS) yang dipergunakan dalam LPC2468-32 OEM *Base Board Basic* adalah uCLinux [8], yang merupakan turunan dari Linux *kernel* yang memang ditujukan untuk suatu mikrokontroler tanpa *memory management unit* (MMU). Sama seperti u-boot, uCLinux ini dapat langsung mendeteksi fasilitas yang terdapat pada mikrokontroler yang di-*support* olehnya dikarenakan pada uCLinux sudah terdapat *drivers* yang cukup lengkap dalam bentuk *kernel modules*. Untuk dapat menjalankan uCLinux ini maka *image* dari uCLinux ini harus diletakkan dalam media *booting*, suatu alamat tertentu yang ditunjuk oleh u-boot. Dalam *board* ini *image* dari uCLinux dapat diletakkan pada USB *flash disk*, MMC/SD *card*, NOR *flash*, maupun NAND *flash*.

2. AKSES TFT LCD PADA LPC2468-32 OEM BASE BOARD BASIC

Pada LPC2468-32 *OEM Base Board Basic*, terdapat modul ekspansi berupa *color* QVGA *display*, yaitu sebuah TFT LCD yang dilengkapi dengan fitur *touchscreen*. Untuk dapat mengakses modul ekspansi ini, perlu dibuat sebuah *frame buffer driver* untuk menghubungkan modul dengan sistem. Pada LPC2468-32 *OEM Base Board Basic* sudah disediakan *driver*, yang berupa *kernel module* pada sistem operasi uCLinux, untuk mengakses LCD.

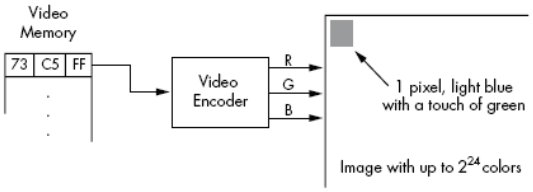
2.1. Prinsip Kerja Framebuffer Driver

Dari sisi *programmer*, bagian terpenting dari suatu perangkat keras yang berhubungan dengan grafik/LCD adalah memori –biasanya disebut dengan *video memory*–. Perangkat lunak membuat tampilan grafik dengan cara memanipulasi *video memory* lalu perangkat keras grafik akan mengintepretasikan isi memori tersebut dalam melakukan *render image*/gambar pada tampilan.

Prinsip kerja dari *framebuffer driver* adalah menganggap setiap *pixel* pada layar *display* memiliki alamat khusus, dengan kata lain, data untuk setiap pixel gambar tersimpan pada *video memory*. Data tersebut merupakan nilai RGB dari *pixel* yang ditunjuk, yang oleh *video encoder* akan di-*render* ke dalam *image* pada tampilan (Gambar 5). Sistem operasi Linux menyediakan akses ke *video memory* tersebut seperti akses ke suatu *device file*, maka proses peletakan data pada daerah memori ini akan lebih mudah; cukup menggunakan fungsi *open*, *read*, *write*, dan *close*, seperti layaknya mengakses *file*. Umumnya data untuk *framebuffer driver* ini diletakkan pada *file* `/dev/fb0`. Secara matematis alamat dari *pixel* yang hendak diakses dapat diperoleh dari persamaan (1).

$$\textit{alamat pixel } (x,y) = \textit{alamat video memory} + (y*xres+x) * pix_width \quad (1)$$

Variabel *xres* adalah jumlah *pixel* dalam 1 baris (*row*) gambar sedangkan *pix_width* adalah jumlah *bytes* data yang mewakili 1 *pixel*.



Gambar 5: Prinsip Kerja *Framebuffer driver* [9]

2.2. Aplikasi bmp Viewer

Untuk memahami proses kerja *framebuffer driver*, terutama akses ke *video memory*, oleh penulis dibuat suatu aplikasi sederhana yang akan menampilkan gambar berformat bmp ke TFT LCD menggunakan bahasa pemrograman C [10,11]. Aplikasi ini akan dijalankan di dalam sistem *embedded* ARM melalui *board* LPC2468-32 *OEM Base Board Basic*. Pada aplikasi ini, *file* gambar akan diletakkan pada media penyimpanan yaitu sebuah *SD Card* dan akan dibaca oleh sistem, kemudian gambar yang tersimpan pada media penyimpanan dapat ditampilkan ke TFT LCD.

Sekilas tentang format gambar *windows bitmap* (bmp) [12]; pada setiap *bmp file*, terdapat *header* yang berguna untuk memberikan informasi mengenai *bmp file* itu sendiri seperti misalnya *file type*, *size*, dan sebagainya. *Header* dari *bmp file* dapat dilihat pada Tabel 1. Pada *bmp file*, terdapat *dummy data* yang akan muncul apabila jumlah data RGB dari *pixel* yang ada berjumlah tidak sama dengan kelipatan 4. Hal ini dikarenakan pada *file* berekstensi *.bmp, data dibaca per 1 *word* (4 *bytes*) tiap 1 baris data gambar. Banyaknya jumlah *dummy data* ini tergantung dari bilangan kelipatan 4 terdekat dari data asli.

Tabel 1. *Header* dari *bmp file*

Offset	Size (*bytes*)	Description
0	2	*Signature* 4D42h
2	4	Ukuran BMP dalam *bytes*
6	2	*Reserved*, 0
8	2	*Reserved*, 0
10	4	Alamat *offset* data awal dalam *bytes*
14	4	*Bitmapinfoheader*, 40
18	4	Ukuran panjang gambar dalam *pixel*
22	4	Ukuran lebar gambar dalam *pixel*
26	2	Jumlah gambar, 1
28	2	Jumlah *bit* per *pixel* (1,4,8, atau 24)
30	4	Tipe kompresi (0=*none*, 1=RLE-8, 2=RLE-4)
34	4	Ukuran data gambar dalam *bytes*
38	4	Resolusi horisontal dalam *pixel*/meter
42	4	Resolusi vertikal dalam *pixel*/meter
46	4	Jumlah warna pada gambar
50	4	Jumlah warna yang penting pada gambar

Perangkat lunak aplikasi *bmp viewer* ini akan mendeteksi semua *bmp file* yang disimpan pada *SD Card*, kemudian, menampilkannya mulai dari *file* yang pertama pada TFT LCD. Pergantian gambar dilakukan jika ada perintah dari *user* melalui *touchscreen input* pada modul TFT LCD. Secara umum, algoritma dari perangkat lunak aplikasi *bmp viewer* dapat dilihat pada Algoritma 1.

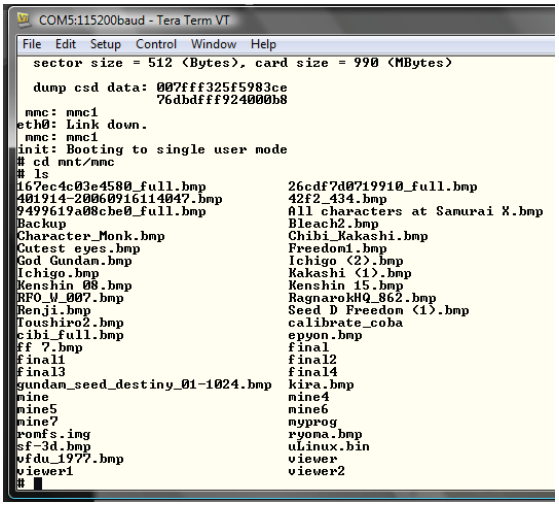
Algoritma 1 Aplikasi bmp viewer

```
Require:      list of bmp files,
              touchscreen input
open directory
hitung jumlah bmp files yang ada
  pada directory tersebut
repeat
  open bmp file
  decode bmp file
  send to video memory
  wait for touchscreen input
until touchscreen input in exit
      position
close directory
end program.
```

Untuk dapat mengakses *SD Card*, terlebih dahulu *SD Card* harus di-*mount* ke sistem uCLinux. Untuk melakukan *mount* maka digunakan perintah:

```
mount -t vfat dev/mmc mnt/mmc
```

Setelah SD card telah di-*mount*, maka SD *Card* dapat diakses oleh program aplikasi *bmp viewer*. Untuk dapat mengakses semua *image files* pada SD Card, maka dapat digunakan berbagai macam perintah misalnya `fopen`, `opendir`, dan perintah untuk mengakses *file* atau *directory* yang terdapat pada pemrograman Linux.



Gambar 6: Tampilan pada terminal secara *remote* saat menampilkan daftar *file*s dengan intruksi `ls`

```
Opening vfdu_1977.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening 26cdf7d0719910_full.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening vfdu_1977.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening 26cdf7d0719910_full.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening 42f2_434.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening 167ec4c03e4580_full.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening 42f2_434.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening 167ec4c03e4580_full.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
Opening 401914-20060916114047.bmp
tsdev (compaq touchscreen emulation) is scheduled for removal.
See Documentation/feature-removal-schedule.txt for details.
```

Gambar 7: *Debug messages* pada terminal secara *remote* saat menampilkan gambar bmp pada TFT LCD

Gambar 8: Hasil tampilan gambar bmp pada layar LCD

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat lunak aplikasi *bmp viewer* yang disimpan pada *SD Card* dieksekusi pada LPC2468-32 *OEM Base Board Basic* yang dikendalikan dan dipantau secara *remote* dari laptop via *serial connection* (UART0). Pada laptop, terlihat isi dari SD Card yang dipasang pada LPC2468-32 *OEM Base Board Basic* (Gambar 6) dan *debug message* (Gambar 7) saat *bmp files* ditampilkan pada TFT LCD (Gambar 8). Proses untuk menampilkan 1 gambar dengan format bmp membutuhkan waktu rata-rata 8 detik untuk gambar berukuran 240x320 *pixels* pada sistem *embedded* dengan *32-bit ARM Microcontroller* pada frekuensi kerja 72 MHz. Dari perangkat lunak ini, penulis dapat memahami proses untuk menampilkan gambar secara umum melalui *framebuffer driver*.

4. KESIMPULAN

Dari yang telah dilakukan penulis, dapat disimpulkan bahwa untuk mengakses *color* TFT LCD dengan Linux *framebuffer driver*, hanya perlu digunakan suatu perangkat lunak yang dapat memodifikasi data-data RGB di *video memory* pada alamat tertentu, yang selanjutnya, data-data tersebut akan diintepretasikan dan di-*render* oleh perangkat keras grafik, dalam hal ini adalah *LCD Controller*, untuk ditampilkan pada TFT LCD.

DAFTAR REFERENSI

[1] A. N. Sloss, D. Symes, C. Wright, *ARM System Developer's Guide Designing and Optimizing System Software*, Morgan Kaufmann Publishers. 2004.

[2] http://www.arm.com, diakses tanggal 30 Juni 2009.

[3] http://www.nxp.com, diakses tanggal 30 Juni 2009.

[4] ----, LPC2468 datasheet, Rev. 02, NXP Semiconductor, 2007.

[5] ----, LPC2468 OEM Board Users Guide, Version 1.2, Rev C, Embedded Artists AB., 2008.

[6] http://www.embeddedartists.com, diakses tanggal 30 Juni 2009.

[7] http://www.denx.de/wiki/U-Boot/WebHome, diakses tanggal 30 Juni 2009.

[8] http://www.uclinux.org, diakses tanggal 30 Juni 2009.

[9] B. Smith, J. Hardin, G. Phillips, B. Pierce, *Linux Appliance Design*, No Starch Press, Inc, 2007.

[10] H. Sanjaya, "Akses Color LCD Graphic Pada Portable PDF Reader Berbasis Sistem Embedded ARM", *Tugas Akhir di Jurusan Teknik Elektro*, Universitas Surabaya, 2009.

[11] T. Jauwmiento, "Akses Memory Flash dan SD Card Pada Portable PDF Reader Berbasis Sistem Embedded ARM", *Tugas Akhir di Jurusan Teknik Elektro*, Universitas Surabaya, 2009.

[12] ----, Microsoft Windows Bitmap Official Specifications, http://www.fileformat.info/format/bmp/spec/index.htm, diakses tanggal 30 Juni 2009.

NO-17 1

The 10th Seminar on Intelligent Technology and Its Apllications

SITIA 2009

Surabaya, October 14th 2009

ISSN 2085-9732
Volume 10, Number 1

PROCEEDINGS

Published By:

Electrical Engineering Department

Faculty of Industrial Technology

Institute of Technology Sepuluh Nopember Surabaya

Kampus ITS Keputih Sukolilo

Surabaya 6011

ISSN 2085-9732

The 10th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications

Copyright © 2009 By Electrical Engineering Department ITS

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored, or transmitted, in any form or by any means, without the prior permission in writing of the publisher.

Proceedings of the 10th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications

EDITOR-IN-CHIEF
Mochamad Hariadi, ST., M.Sc. PhD.
E-mail: mochar@ee.its.ac.id

SECRETARY
I Made Yulistya Negara, ST, M.Sc.
E-mail: yulistya@ee.its.ac.id

EDITORIAL COORDINATORS

Information System
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
E-mail: affandi@ee.its.ac.id

Computer Science Engineering
I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. PhD.
E-mail: k.e.purnama@ee.its.ac.id

Biomedical Engineering
Achmad Arifin, ST. M.Eng. PhD.
E-mail: arifin@ee.its.ac.id

Control System and Robotics
Mochammad Sahal, ST, M.Eng
E-mail: sahal@ee.its.ac.id

Electronics and Instrumentation
Dr. Mochammad Rivai, ST. MT.
E-mail: muhammad_rivai@ee.its.ac.id

Telecommunication
Dr.Ir. Wirawan, DEA
E-mail: wirawan@ee.its.ac.id

Power Systems
Prof. Dr. Ir. Imam Robandi, MT.
E-mail: robandi@ee.its.ac.id

EDITORIAL ADVISORY BOARD

Dr. Ir. Mochammad Ashari, M.Eng
Head of Department of Electrical Engineering, ITS
E-mail: ashari@ee.its.ac.id

Prof. Ir. Ontoseno Penangsang, M.Sc., PhD.

SITIA's Proceeding is published once every year

Committee of SITIA 2009

Honorary Chairman

Prof. Ir. Priyo Suprobo, MS.,Ph.D
Rector of Institute Technology of Sepuluh Nopember

General Chairman

Mochamad. Hariadi, ST. MSc. PhD

Technical Committee

Dr. I Made Yulistya Negara (ITS)
Prof. Dr. Mohammad Nuh (ITS)
Prof. Dr. Soebagio (ITS)
Prof.Dr. Ontoseno P (ITS)
Prof. Dr. M. Hery Purnomo (ITS)
Prof. Dr. Abdullah Alkaff (ITS)
Prof.Dr. Achmad Jazidie (ITS)
Prof. Dr. Hadi Sutrisno (ITS)
Prof. Dr. Imam Robandi (ITS)
Prof. Dr. Gamantyo H. (ITS)
Dr. Moh. Ashari (ITS)
Dr. M. Rameli (ITS)
Dr. Wirawan (ITS)
Dr. Ari Santoso (ITS)
Dr. Djoko Purwanto (ITS)
Dr. Achmad Affandi (ITS)
Dr. M. Rivai. (ITS)
Dr. Adi Soeprijanto, (ITS)
Dr. Achmad Arifin (ITS)

Organizing Committee

Ronny Mardiyanto,MT
Istas Pratomo,MT
Eko Setijadi,MT
Dimas Anton Asfani,MT
Hery Suryo Atmojo,MT
Nurlita Gamayanti, ST
Diah Puspito Wulandari,ST
Rudy Dikairono,ST
Afif Zuhri Arfianto
Laurentius Aditya K.
Eka Adi Prasetyo JP
Arrifat Lubis
Fauzi Rahadian Putra
Atar Fuadi Babgei
Aryo Nugroho
Satya Permana Aryanto
Pranata Ari B.
Mahda Harries

TABLE OF PAPER

A. Biomedical Enginering

001 ANALISIS STATISTIK PADA CITRA MAMOGRAFI DIGITAL 01
Oky Dwi Nurhayati, Adhi Susanto,Thomas Sri Widodo

002 ANALISIS STATISTIK UNTUK MENDETEKSI PERBEDAAN CITRA TERMOGRAM PAYUDARA 01
Oky Dwi Nurhayati, Adhi Susanto, Thomas Sri Widodo

006 PEMANFAATAN CITRA COLOR BLIND TESTER CARD BERBASIS VECTOR QUANTIZATION MENGGUNAKAN FITUR SPATIAL DAN WARNA UNTUK TES KESEHATAN DI POLIKLINIK 02
Setya Chendra Wibawa, Mochamad Hariadi

058 PENGEMBANGAN SISTEM PENYEMBUHAN LUKA DENGAN STIMULASI LISTRIK 02
Rahmawati, Achmad Arifin, M. Guritno S, Duti Sriwati Aziz

076 BLOOD VESSEL SEGMENTATION IN RETINAL IMAGE USING MAX-TREE AND ATTRIBUTE FILTERING 03
Kadek Yota Ernanda Aryanto, I Ketut Eddy Purnama

083 RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI UNTUK MONITORING DETAK JANTUNG BERBASIS PC 03
M. Rajiv Alrasyid, Aulia MTN, Suyanto

101 ANALYSIS OF EVENT-RELATED RESPONSE IN HUMAN VISUAL CORTEX WITH FMRI 04
Ayesha Zaman, Tanvir Atahary, Shahida Rafiq

B. Computer Science Engineering

004 STUDI KINERJA VARIAN METODE KOMPUTASI MOMEN LEGENDRE DALAM REKONSTRUKSI CITRA 04
Rully Soelaiman, Mediana Aryuni, Karlina Khiyarin Nisa

010 ESTIMASI KERANGKA POSE TUBUH MANUSIA PADA CITRA 2D DENGAN TEKNIK SKELETONIZATION 05
Samuel Gandang Gunanto

013 PROBABILISTIC NEURAL NETWORK PADA FINITE STATE MACHINE UNTUK PERMAINAN REAL-TIME STRATEGY 05
Gde Trilokasianta Baloma, Mochamad Hariadi, Supeno Mardi S.N.

014 A NEW COLOR SEGMENTATION METHOD BASED ON NORMALIZED RGB CHROMATICITY DIAGRAM 06

Aryuanto, I Komang Somawirata, F. Yudi Limpraptono

015 PENGGUNAAN JARINGAN FUNGSI BASIS RADIAL YANG DIMODIFIKASI UNTUK ANALISIS EFEK BENTURAN PADA LOGAM LURUS 06
Luky Agus Hermanto

017 ENHANCEMENTS OF IT ENVIRONMENT IN THE SELECTED MEDICAL AND HEALTHCARE SERVICE-ORIENTED INDUSTRY AT SELANGOR 06
Firkhan Ali Hamid Ali, Zaizah Bt. Zainuddin, Siti Zakiyyah Abu Chik

018 DEVELOPMENT OF HOST BASED INTRUSION DETECTION SYSTEM FOR LOG FILES IN WINDOWS XP 07
Firkhan Ali Hamid Ali, Yee Yong Len & Mohd Khairul Amin B. Mohd Sukri

019 TWO FACTOR AUTHENTICATION BY USING SMS FOR WEB BASED APPLICATION 07
Firkhan Ali Hamid Ali, Mohammad Zaim Bin Mohammad Hanzam , & Mohd Khairul Amin B. Mohd Sukri

023 OPTIMALISASI JAVA SEBAGAI MEDIA PEMBUATAN GAME ZUPER PANTRIERS 3D BERBASIS M3G 08
Maslikah, Andy Rachman

025 IDENTIFIKASI MODEL NONLINIER HAMMERSTEIN DENGAN METODE HIBRID KOMBINASI ALGORITMA GENETIKA DAN LEAST-SQUARES PADA SISTEM TANGKI TERHUBUNG 08
Aries Subiantoro, Feri Yusivar, Bagio Budiardjo, Muhammad Idrus Al-Hamid

026 SISTEM PENGUKURAN KEDIPAN MATA SECARA REAL TIME BERDASARKAN EKSTRAKSI AREA MATA 09
Anik Nur Handayani, Djoko Purwanto

027 SEGMENTATION OF IDENTICAL AND SIMULTANEOUSLY PLAYED TRADITIONAL MUSIC INSTRUMENTS USING ADAPTIVE LMS 09
Yoyon K Suprapto

028 MOTION CAPTURE WAJAH BERBASIS MODEL DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA STEREO 10
Taufan Februs Sahid, Mochammad Hariadi

037 IMPLEMENTASI METODA KOMPRESI SET PARTITIONING IN HIERARCHICAL TREES BERBASIS WAVELET PADA CITRA 10
Ahmad Saikhu, Fitri Rulianti