BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Massa suatu Benda

Gaya gravitasi pada sebuah benda adalah sebanding dengan massanya, seperti yang diperlihatkan dalam persamaan (2. 1).

$$F = G\,(m_1 \cdot m_2)/r^2 \qquad \text{...(2. 1)}$$

dimana :

F = gaya diantara dua partikel yang mempunyai massa m_1 dan m_2

G = konstanta universal yang mempunyai nilai yang sama untuk semua pasangan partikel (= $6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2.

r = jarak antara dua benda

m = massa benda.

Massa dapat diukur dengan mengukur gaya gravitasi pada massa tersebut, yaitu dengan cara membandingkan gaya gravitasi pada sebuah benda dengan gaya gravitasi pada sebuah massa standar. massa sebuah benda dapat ditentukan dengan cara menimbang benda tersebut.

Dua partikel A dan B yang mempunyai massa gravitasi m_A dan m_B pada mana beraksi partikel ketiga C yang mempunyai massa gravitasi m_C. Partikel ketiga berjarak r yang sama dari kedua partikel lain. Maka, gaya gravitasi yang dikerahkan oleh C pada A adalah :

$$F_{AC} = G\,(m_A \cdot m_C)/r^2 \qquad \text{... (2. 2)}$$

Gaya gravitasi yang dikerahkan oleh C pada B adalah :

$$F_{BC} = G\,(m_B \cdot m_C)/r^2 \qquad \text{... (2. 3)}$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Perbandingan gaya-gaya gravitasi pada A dan B adalah perbandingan massa-massa gravitasinya, yaitu :

$$F_{AC} / F_{BC} = m_A / m_B \quad \text{... (2. 4)}$$

Misalkan benda ketiga C adalah bumi, maka F_{AC} & F_{BC} adalah apa yang dinamakan berat benda A dan B. Maka :

$$W_A / W_B = m_A / m_B \quad \text{... (2. 5)}$$

Hukum gravitasi universal mengandung didalamnya hasil bahwa berat berbagai benda ditempat yang sama pada bumi adalah sebanding dengan massa gravitasinya.

Benda yang mempunyai massa inersial yang berbeda semuanya jatuh dengan percepatan g yang sama yang berasal dari tarikan gravitasi bumi. Tetapi tarikan gravitasi bumi pada benda-benda ini adalah berat-berat benda, sehingga dengan menggunakan hukum kedua mengenai gerak kita mendapatkan

$$W_A = m_A g, W_B = m_B g \quad \text{... (2. 6)}$$

$$W_A / W_B = m_A g / m_B g = m_A / m_B \quad \text{... (2. 7).}$$

Berat dari benda-benda ditempat yang sama pada bumi adalah sebanding dengan massa-massa inersialnya. Maka massa inersial dan massa gravitasi adalah sebanding satu sama yang lainnya. (David Halliday, 1994).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.2. Komputer

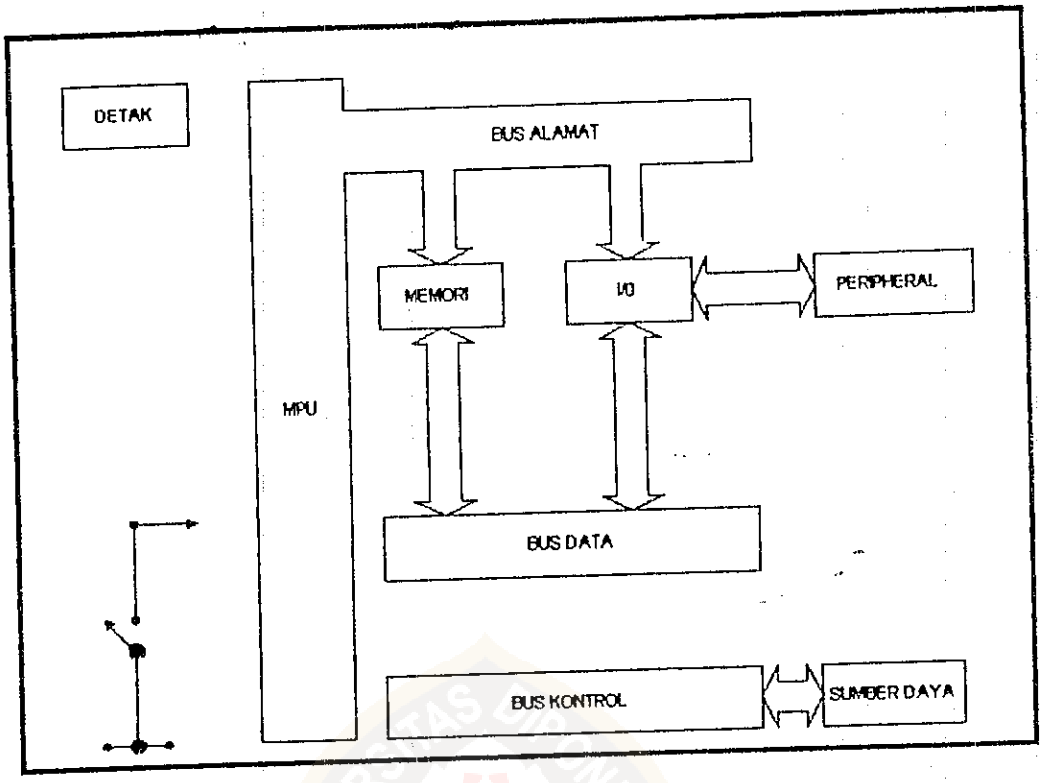
Komputer dewasa ini dapat digolongkan menjadi 5 (lima) kategori yang saling tindih (*overlapping*). Klasifikasinya berdasarkan ukuran fisik, kinerja, serta bidang penggunaannya.

Tabel 2.2. Klasifikasi komputer dalam lima kategori (E. Setiawan, 1995).

Kategori	Memori internal (tipikal)	Contoh Komputer	Penggunaan (tipikal)
Mikrokomputer	1 MB	IBM PS/2	Pengolah kata
Mini komputer	4 MB	PDP-11/84	Real time control
Super komputer mini	32 MB	SUN-4	File server jar.komp.
Komputer mainframe	128 MB	IBM 3090/300	Perbankan
Super komputer	1024 MB	Cray-2	Prakiraan cuaca

Komputer yang digunakan dirumah atau dikantor termasuk kategori mikrokomputer yang juga sering disebut dengan komputer pribadi (PC), sesuai dengan nama yang digunakan oleh IBM untuk komputer-komputer kecil mereka (IBM-PC). Kategori mikrokomputer mencakup kontroler kecil 4 bit dengan memori hanya beberapa Kilo Byte (KB) sampai komputer pribadi 32 bit dengan memori hard disk ratusan Mega Byte (MB) atau bahkan beberapa Giga Byte (GB). Ukuran fisik jenis ini cukup kecil, sehingga dapat diletakkan diatas meja (*desk top*). Saat ini ukuran fisiknya semakin menciut sampai-sampai dapat diletakkan diatas pangkuan (*lap top*) atau bahkan dalam genggaman (*palm top*). Karena harganya cenderung menurun dan kemampuannya terus meningkat, penggunaan mikrokomputer semakin luas.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2. 1. Bagan sistem mikrokomputer.

Komputer mempunyai bagian penting yaitu :

1. MPU (*mikrokomputer*) yaitu unit pengolah pusat komputer dalam bentuk mikro.
2. Memori yang gunanya adalah untuk menyimpan data dan program.
3. Port I/O (*input/output*) sebagai sarana perantara komunikasi dengan dunia luar atau alat lain sebagai penunjang.

Dalam sistem komunikasi mikro informasi dinyatakan dalam bilangan biner. Informasi dalam dunia komputer dapat berupa :

- data, yaitu informasi yang perlu diolah untuk mendapatkan suatu hasil
- instruksi, yaitu informasi yang menyatakan operasi apa yang mesti dilakukan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

- alamat, yaitu informasi mengenai lokasi memori.

Informasi ini dipindahkan dari bagian yang satu ke bagian yang lain dalam sistem melalui himpunan jalur penghubung yang disebut bus. Dalam mikrokomputer terdapat tiga macam bus, yaitu :

1. Bus alamat

   bus alamat sebuah mikrokomputer dapat terdiri atas 16, 20, 24, atau lebih banyak saluran paralel yang bersifat satu arah. CPU mengirim alamat lokasi memori atau port I/O yang akan diakses melalui bus alamat ini. Jumlah lokasi yang dapat diakses oleh CPU ditentukan oleh lebar bus alamat misalnya 20 bit, maka ruang alamat yang dapat diakses adalah 2^{20} atau 1.048.576 bit (1 Mbit). Informasi pada bus alamat ini hanya menyatakan alamat memori atau port yang diinginkan oleh mikroprosesor, jadi sifatnya hanya satu arah.

2. Bus data

   bus dat sebuah mikrokomputer dapat terdiri atas 8, 16, 32, atau lebih banyak saluran paralel. Lebar bus data selalu sama dengan 2n x 8, dengan n = 0, 1, 2, 3, dan seterusnya. Data bus bersifat dua arah, dengan demikian CPU dapat membaca data dari memori dan port masukan serta menuliskan data ke RAM (*Random Acces Memory*) dan port keluaran melalui bus data ini.

3. Bus kontrol / kendali

   bus kontrol/kendali sebuah mikrokomputer terdiri atas 4 sampai 10 saluran paralel. CPU mengirim sinyal-sinyal kendali ini untuk mengaktifkan (*enable*) saluran-saluran data memori atau port yang akan diakses. Sinyal-sinyal yang dikirim oleh CPU misalnya berupa

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

memori read, memori write, I/O read, I/O write. Untuk membaca data satu bit dari suatu lokasi memori misalnya, CPU harus mengirim alamat lokasi memori melalui bus alamat kemudian mengirimkan satu sinyal kendali memori read melalui bus kendali. Sinyal memori read ini membuat lokasi memori yang akan diakses mengeluarkan data yang diinginkan ke bus alamat sehingga dapat dibaca oleh CPU. (E. Setiawan, 1995).

2. 2. 1. Mikroprosesor (MPU)

Mikroprosesor terdiri dari unit logika dan aritmatika, unit kontrol serta sejumlah register. Register disini adalah tempat penyimpan sementara didalam mikroprosesor, semacam lokasi memori. Register dapat menyimpan satu kata atau lebih tergantung macamnya. Diagram blok mikroprosesor secara sederhana dapat dilihat pada gambar 2.1. Dari diagram blok mikroprosesor tersebut terdapat beberapa register diantaranya adalah :

- Register alamat (AR = *Address Register*)

  tempat menyimpan sementara bagi alamat yang akan dikeluarkan ke bus alamat.

- Pencacah program (PC = *Program counter*)

  suatu register di dalam CPU yang mencatat dan mengawasi alamat memori instruksi atau tugas yang harus dilaksanakan berikutnya.

- Register data (DR = *Data register*)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

penyimpan sementara data yang dibaca dari memori.

- Penterjemah instruksi (ID = *Instruction Decoder*)

  menterjemahkan instruksi yang diterima untuk kepentingan unit kontrol.

- Unit control (CU = *Control Unit*)

  untai gerbang logika dan pencacah yang mengatur kerja unit-unit lain sesuai instruksi yang diterima.

- Akumulator (ACC = *Accumulator*)

  register serba guna yang sangat penting dalam mikroprosesor. Operasi-operasi terhadap data dilakukan di ACC ini.

- Unit aritmatika dan logika (ALU = *Arithmatic Logic Unit*)

  melakukan operasi aritmatika dan logika terhadap data yang ada di akumulator.

Kerja dari mikroprosesor (MPU) ditentukan oleh urutan instruksi (program) yang diberikan. Program ini disimpan dalam memori pada lokasi yang berurutan sesuai dengan urutan instruksi tersebut. (G. C. Loveday, 1994).

2. 2. 2. Memori

Memori sebuah mikrokomputer terdiri dari memori internal dan memori eksternal. Memori internal dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. RAM (*RandomAcces Memory*)

   RAM (*Random Access Memory*) adalah jenis memori yang memiliki waktu akses sama untuk setiap alamat memori.. Ada

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dua jenis RAM, yaitu : RAM statik dan RAM dinamik. RAM statik (SRAM) bersifat *volatile* (apabila catu daya listrik terputus atau dihentikan, maka semua informasi yang tersimpan akan hilang). RAM dinamik yang menggunakan kapasitor MOS sebagai sel penyimpan. Karena isolasi kapasitor ini tidak sempurna, muatan yang tersimpan akan cepat hilang. Agar informasi yang tersimpan tidak hilang, sel-sel RAM dinamik harus ditulisi ulang.

2. ROM (*Read Only Memory*)

   Seperti yang tersirat dalam namanya, ROM adalah memori yang hanya dapat dibaca. Data hanya dapat ditulisi sekali saja saat pembuatan di paberik. ROM bersifat *non-volatile* (tetap).

Sedangkan memori eksternal digunakan untuk menyimpan informasi (program dan data), dalam jumlah yang sangat besar, yang tidak sedang digunakan oleh komputer. Karena itu, memori eksternal sering disebut mass memory atau mass storage. Semua jenis memori yang digunakan sebagai memori eksternal harus bersifat *non-volatile*. (G. C. Loveday, 1994).

2. 2. 3. Port masukan dan keluaran (Port I/O)

Jalur komunikasi yang menghubungkan antara sistem komputer dengan dunia luar / alat-alat penunjang disebut dengan port. Melalui port ini informasi dimasukan atau dikeluarkan dalam sistem. Informasi yang disalurkan ini bisa bit per bit yang dinamakan dengan port serial atau dapat juga kata per kata (beberapa bit sekaligus) yang dinamakan port

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

paralel. Cara serial lebih lambat dibandingkan dengan cara paralel karena data yang disalurkan bit per bit, tetapi hanya memerlukan satu jalur sehingga lebih praktis dan efisien untuk komunikasi jarak jauh. Sebaliknya cara paralel lebih cepat karena informasi yang disalurkan dapat beberapa bit sekaligus, tetapi membutuhkan lebih banyak jalur yaitu sebanyak panjang katanya sehingga tidak praktis dan tidak efisien.

Dalam pembuatan skripsi ini, pembahasan ditekan pada perantara paralel atau PIO (*Paralel input output*).

PIO adalah serpih yang masukan dan keluarannya dapat diprogram (*Progammable Input Output*). PIO menyediakan perantara masukan dan keluaran dasar untuk 8 bit data paralel.

Untuk lebih jelasnya diuraikan mengenai salah satu jenis PIO yang yang akan digunakan yaitu intel 8255 PPI yaitu piranti antarmuka yang fungsinya dapat diprogram. Struktur didalam PPI 8255 dapat diperlihatkan dalam gambar (2.2).

PPI terdiri dari 4 bagian utama, yaitu :

1. Penyangga (Buffer) bus data

   Buffer ini digunakan untuk menaikkan taraf data yang melewati bus data. Buffer ini bersifat dua arah tiga keadaan, maksudnya PPI dapat menerima atau mengirim data dari CPU. Informasi yang dilewatkan oleh buffer bus data diantaranya informasi status dan kata perintah (common word). Buffer bus data ini menghubungkan bus data internal dan bus data eksternal.

2. Logika kendali baca/tulis

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

digunakan untuk mengatur semua kegiatan pemindahan data baik internal maupun eksternal. Pemindahan data eksternal maksudnya perpindahan data dari dan ke perangkat di luar serpih, sedangkan perpindahan data internal maksudnya adalah perpindahan data antar blok di dalam serpih. Sinyal-sinyal kendali diperoleh lewat masukan-masukan A_0, A_1, Reset, dan CS.

3. Pengendali kelompok A dan kelompok B

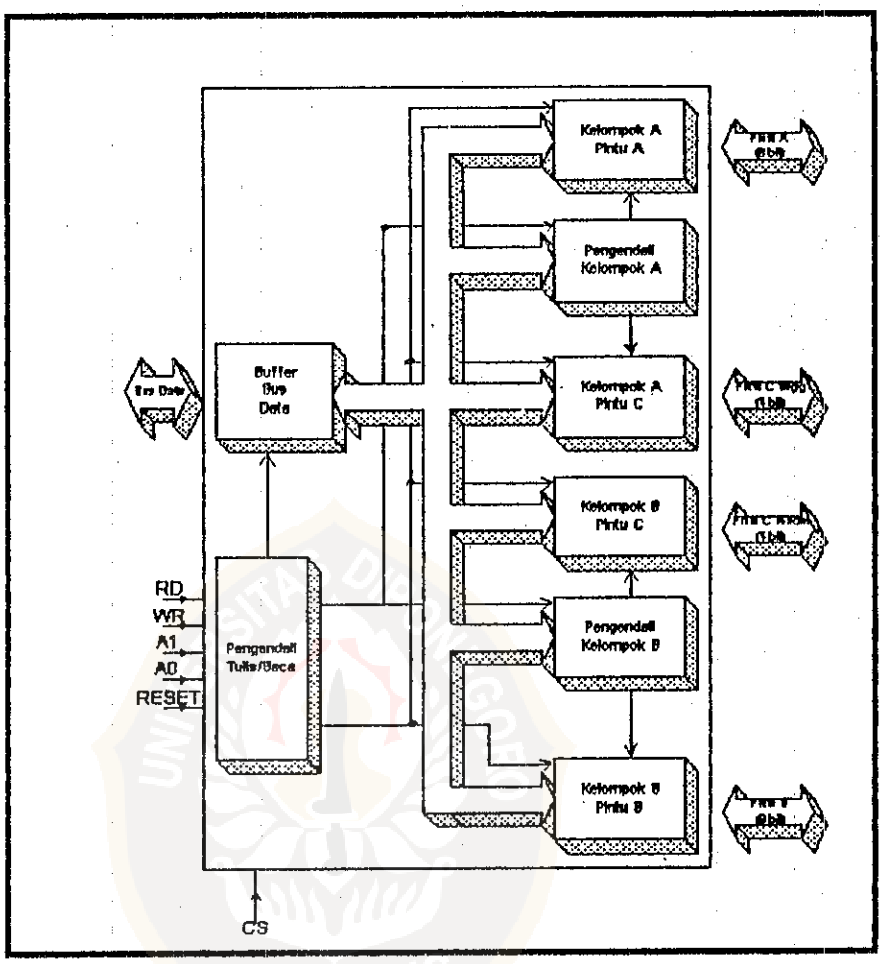
digunakan untuk mengendalikan operasi semua pintu. Pengendali pintu A mengendalikan pintu-pintu yang termasuk kelompok pintu A (PA dan PC_H), sedangkan pengendali pintu B mengendalikan pintu-pintu yang termasuk kelompok B (PB dan PC_L). Pengendali kelompok A dan kelompok B menerima sinyal kendali dari logika kendali baca/tulis dan menerima kata perintah dari buffer bus data lewat bus data internal 8 bit.

4. Pintu-pintu PA, PB, dan PC

PPI 8255 mempunyai 3 buah pintu yaitu A, B, dan C yang masing-masing mempunyai kapasitas 8 bit. Pintu A dapat dioperasikan sebagai masukan dan keluaran atau bus data dua arah. Masukan pintu A mempunyai penyangga data sementara, sedangkan keluarannya mempunyai penyangga data dan penahan data. Pintu B mempunyai spesifikasi sama seperti pintu A. sedangkan Pintu C terbagi menjadi 2 yaitu terdiri atas PC high dan PC low yang masing-masing mempunyai kapasitas 4 bit. Pintu-pintu 4 bit ini dapat dioperasikan secara terpisah sebagai masukan , keluaran, ataupun sebagai bus pengendali. Masukan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

PC mempunyai penyangga, sedangkan keluarannya mempunyai penyangga data dan penahan data. (Rodnay Zaks, 1993).



Gambar 2. 2. Struktur di dalam PPI 8255. (Rodnay Zaks, 1993).

2. 3. Pengubah Analog ke Digital

Untuk dapat mengukur atau mengolah suatu variabel fisik yang bersifat analog dengan piranti digital, variabel tersebut harus diubah dahulu menjadi variabel digital yang nilainya proporsional dengan nilai variabel yang diukur atau diolah itu. Konversi ini dilakukan oleh konverter analog ke digital (*Analog to Digital Converter*, ADC). Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

yang nilainya proporsional. Jenis ADC yang banyak digunakan adalah counting atau counter-type ADC, dan succesive-approximation ADC (SAC).

2. 3. 1. Counting ADC

Jenis ADC ini terdiri dari pencacah (*counter*), dan komparator analog. Dari gambar 2. 3, sinyal analog V_A yang akan diubah dihubungkan dengan masukan positif komparator. Proses konversi dimulai dengan memberikan pulsa start. Oleh pulsa ini pencacah di-reset sehingga semua keluaran menjadi nol.

Pulsa start juga membuat gerbang AND dimatikan sehingga pulsa-pulsa clock tidak diteruskan ke pencacah. Keluaran pencacah diberikan ke masukan DAC. Keluaran DAC, yaitu sinyal V_{AX} dihubungkan dengan masukan negatif komparator. Karena tadi pencacah telah di-reset, $V_{AX} = 0$, sehingga $V_A > V_{AX}$, keluaran komparator akan berlogika 1. Karena saat itu masukan start telah menjadi nol (0) lagi. Gerbang AND akan meneruskan pulsa clock ke pencacah. Setiap pulsa clock menambah keluaran pencacah dengan satu hitungan (1 LSB). Selama $V_{AX} \leq V_A$, keluaran komparator akan tetap tinggi sehingga gerbang AND akan tetap *enabled*. Pada saat V_{AX} melebihi V_A dengan tegangan ambang V_T atau lebih, keluaran komparator akan berubah menjadi rendah. Pulsa clock tidak diteruskan lagi ke pencacah, sehingga proses akan terhenti. Perubahan keluaran komparator dari tinggi ke rendah ini berfungsi sebagai sinyal akhir konversi (sinyal EOC). Keluaran pencacah setelah proses konversi berakhir adalah bilangan biner yang mewakili tegangan analog V_A. (R. J. Tocci, 1991).

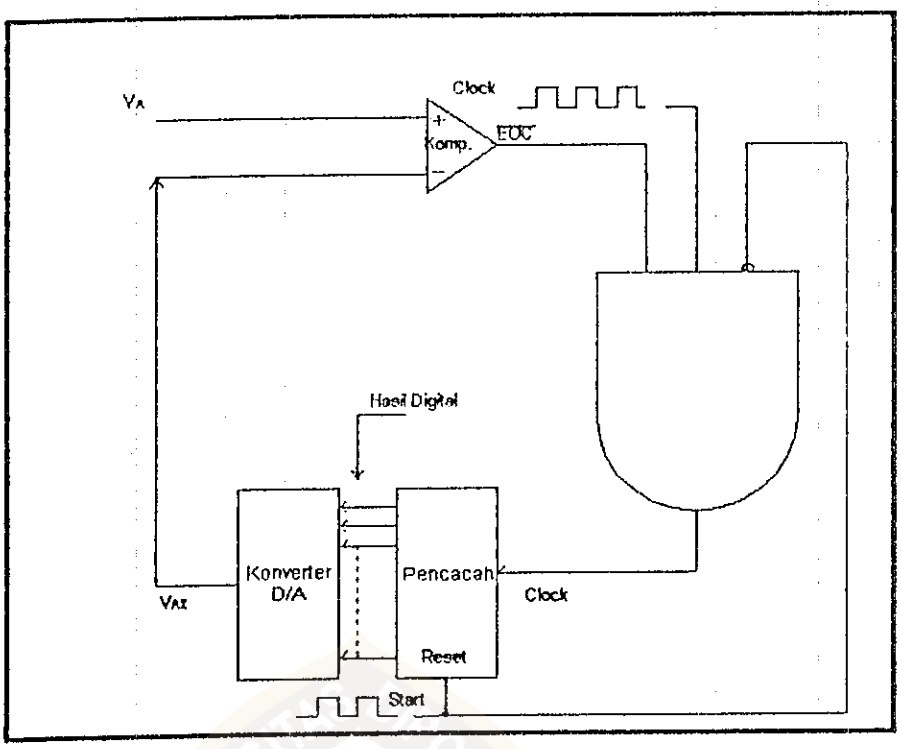
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

keluaran sama dengan 0 dan V_{AX} = 0 Volt. Karena itu $V_{AX} < V_A$, sehingga keluaran komparator akan tinggi. Karena sinyal logika 1 ini, logika kendali akan men-set MSB register kontrol menjadi logika 1. Dengan demikian sekarang V_{AX} akan sama dengan bobot MSB dikalikan dengan step size DAC. Kalau sekarang ternyata $V_{AX} > V_A$ keluaran komparator akan berubah menjadi logika 0. Karena sinyal logika 0 ini, logika kendali akan me-reset MSB tadi kembali menjadi logika 0. Kemudian logika kendali akan men-set bit berikutnya menjadi logika 1.

Sebaliknya kalau tadi ternyata $V_{AX} \leq V_A$, keluaran komparator akan tetap tinggi. Karena sinyal tinggi ini, logika kendali akan membiarkan MSB tetap tinggi. Logika kendali kemudian akan men-set bit berikutnya menjadi tinggi.

Proses ini diulang-ulang sampai semua bit dicoba, dimulai dari MSB, kemudian MSB kedua, MSB ketiga, dan seterusnya sampai LSB. Setelah LSB selesai dicoba, proses konversi selesai, dan logika kendali akan mengeluarkan sinyal EOC (*end of conversion*). Setelah konversi selesai, register kontrol berisi bilangan biner yang ekivalen dengan nilai sinyal analog V_A. (Ronald J. Tocci, 1991).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2. 3. Diagram blok counting ADC. (Sumber: *Tocci/Prentice-Hall,Inc*).

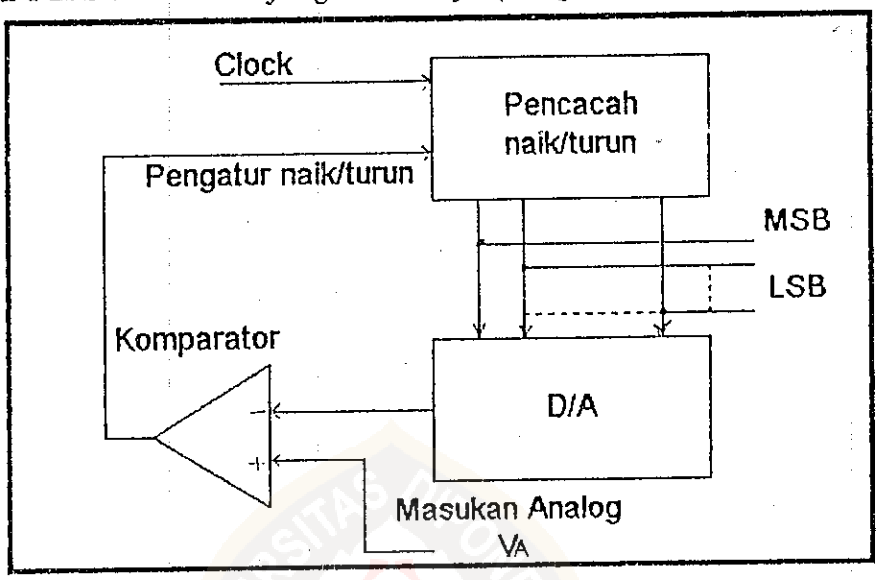
2. 3. 2. Tracking ADC

Tracking ADC ini tidak memerlukan pulsa start dan tidak menggunakan gerbang AND. Misalkan semula keluaran DAC lebih rendah dari nilai tegangan analog Va yang akan diubah, sehingga keluaran komparator akan tinggi. Keluaran komparator ini diberikan ke masukan pengatur naik turun pada pencacah naik turun sehingga menyebabkan pencacah menghitung naik. Jadi setiap kali ada pulsa masuk clock keluaran pencacah akan bertambah satu hitungan (1 LSB).

Pada saat keluaran DAC melebihi Va, keluaran komparator akan berubah menjadi rendah. Karena itu pencacah sekarang akan menghitung turun, tetapi hanya satu hitungan (1 LSB). Karena keluaran pencacah berkurang, keluaran DAC akan kembali menjadi rendah dari Va, sehingga

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

keluaran komparator akan kembali berubah menjadi rendah. Karena itu pencacah akan menghitung naik lagi, tetapi hanya satu hitungan. Proses ini terjadi secara berulang-ulang sehingga keluaran pencacah akan naik turun ± 1 LSB sekitar nilai yang sebenarnya. (Douglas V. Hall, 1992).



Gambar 2. 4. Diagram blok tracking ADC (Sumber: *Millman and Grabel/McGraw-Hill, Inc*).

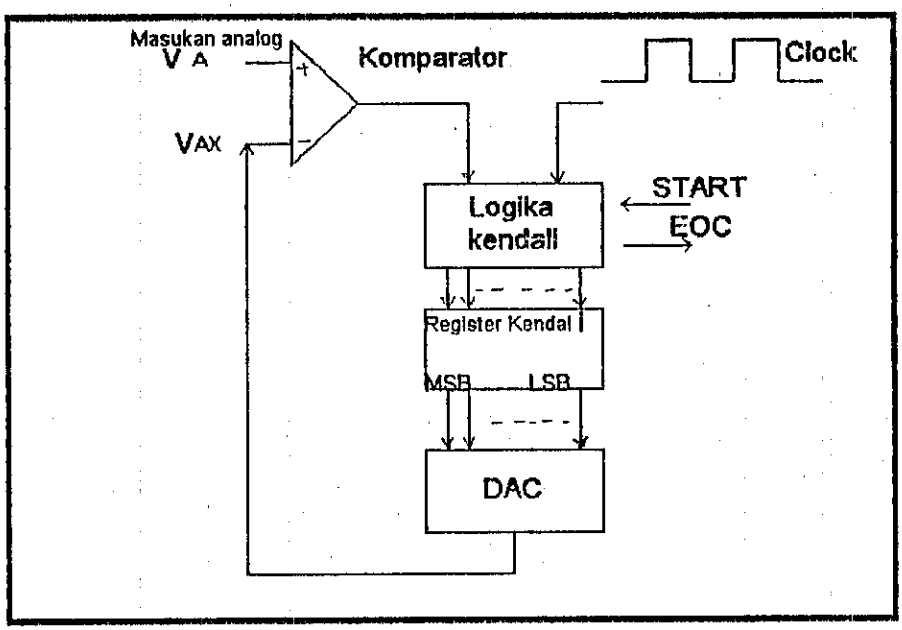
2. 3. 3. ADC Pendekatan Bertingkat

ADC pendekatan bertingkat adalah jenis ADC yang paling banyak digunakan. Dibanding dengan counting ADC, waktu konversinya jauh lebih pendek. Selain itu, waktu konversi SAC selalu konstan, tidak tergantung pada nilai analog yang akan dirubah.

Sebuah SAC tidak menggunakan pencacah, sebagai gantinya digunakan register kontrol (*control register*) yang isinya dapat diubah bit demi bit oleh suatu logika kendali.

Proses konversi dimulai dengan memberikan pulsa start ini, logika kendali akan me-reset semua bit dalam register kontrol, sehingga semua

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2. 5. Diagram blok SAC yang disederhanakan (Sumber : *Tocci/Prentice-Hall, Inc*).

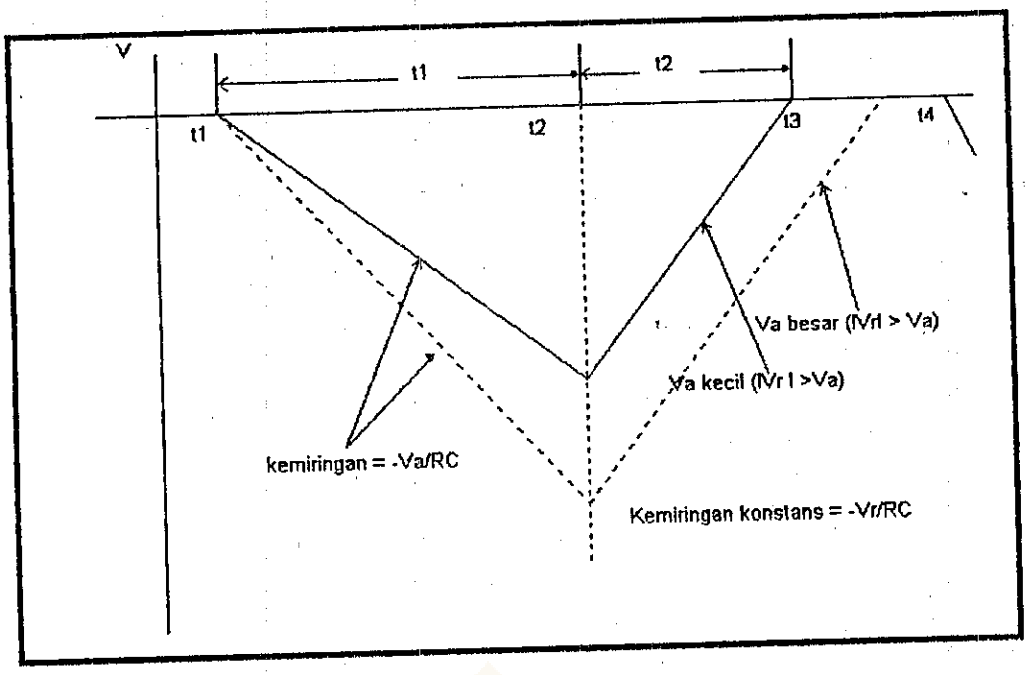
2. 3. 4. Flash ADC

ADC jenis ini sering jugs disebut paralel comparator ADC, karena kerjanya sangat cepat. Jauh lebih cepat dari jenis ADC lainnya. Waktu konversi flash ADC ditentukan oleh waktu tunda komparator dan kecepatan enkoder prioritas yang digunakan.

2. 3. 5. Dual Slope ADC

Va dalam gambar 2. 6 adalah tegangan analog yang akan diubah, dan VR adalah tegangan referensi. Misalkan $V_A > 0$ dan $V_R < 0$. Misalkan juga sebelumnya telah dicuplik, sehingga V_A konstan selama satu siklus integrasi tertentu. Semula S_1 dalam keadaan terbuka, S_2 dihubungkan dan pencacah telah di-reset oleh rangkaian kontrol. Pada saat $t = t_1$, S_1

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2. 7. Bentuk gelombang keluaran integrator pada dual slope ADC

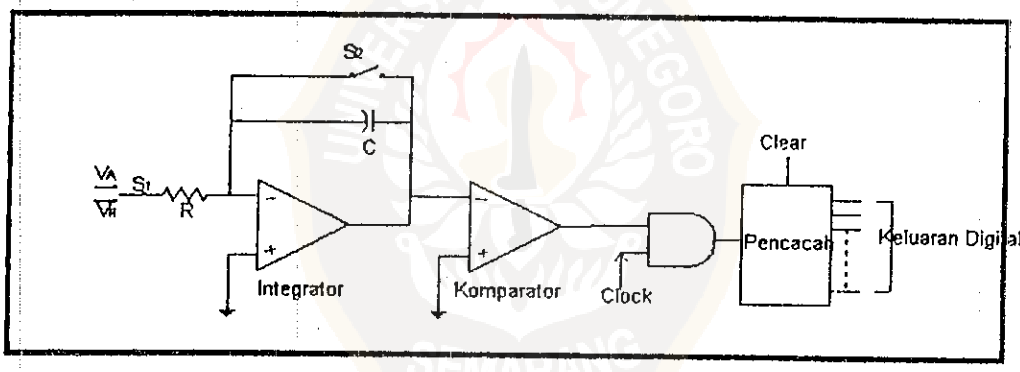
Kalau digunakan ripple counter dengan N tahap cacahan, dengan n = 2, pada saat t_2 (saat berakhirnya siklus integrasi), semua flip-flop dalam pencacah akan menunjukkan logika 0. Berarti pada saat t_2 pencacah akan me-reset dirinya sendiri secara otomatis. Pada pulsa clock ke-2, keadaan MSB akan berubah dari tinggi ke rendah. Perubahan keadaan ini dapat dimanfaatkan sebagai sinyal kontrol untuk memindahkan kedudukan S_1 dari V_A ke V_X.

Karena VR negatif dan konstan, keluaran V dari integrator sekarang akan berupa garis lurus yang menanjak. Karena VR konstan, kemiringan garis lurus ini juga konstan, tidak tergantung pada nilai tegangan analog VA. Jika dianggap bahwa $|V_R| > V_A$, waktu integrasi T_2 akan lebih pendek dari T_1.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dihubungkan dengan V_A oleh rangkaian kontrol, sehingga V_A terhubung dengan masukan positif integrator melalui resistor R.

pada saat yang sama S_2 dibuka. Karena $V_A > 0$, keluaran V akan tetap negatif. Begitu keluaran V ini mencapai mikrivolt dibawah potensial ground, keluaran komparator menjadi tinggi. Karena itu gerbang AND akan meneruskan pulsa-pulsa clock yang diberikan ke masukan lainnya menuju pencacah. Pencacah menghitung pulsa-pulsa clock ini. Jadi, mulai $t = t_1$, V_A akan diintegrasikan. Proses integrasi ini berlangsung selama suatu jumlah pulsa clock sama dengan T, V_A akan diintegrasikan selama $T_1 = n_1T$. karena keluaran V dari integrator negatif dan V_A konstan selama siklus integrasi T_1, V akan berupa suatu garis lurus yang menurun (gambar 2. 7).



Gambar 2. 6. Diagram bok dual-slope ADC.

(Sumber:*Millmanand Grabel/McGraw-Hill, Inc*).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Selama keluaran V dari integrator masih negatif, keluaran komparator akan sama dengan logika 1, sehingga gerbang AND akan tetap meneruskan pulsa clock ke pencacah. Kalau V melewati nilai 0, yaitu pada saat t_3, keluaran komparator akan menjadi rendah, sehingga gerbang AND akan menutup gerbangnya. Jadi mulai saat t_3 pulsa-pulsa clock tidak lagi diteruskan ke pencacah. Penunjukan pencacah pada saat t_3 akan proporsional dengan tegangan analog V_A, sehingga mewakili V_A.

Karena V_R maupun N konstan, V_A memang proporsional dengan n, yaitu penunjukan pencacah pada saat t. hal menarik adalah bahwa hasil ini sama sekali tidak tergantung pada konstantawaktu RC. Hal ini terjadi karena proses integrasi untuk tegangan masukan V_A maupun tegangan referensi V_R menggunakan R dan C yang sama. Sehingga perubahan-perubahan kecil dalam nilai R dan C akibat perubahan suhu tidak akan mempengaruhi hasil konversi . (Maria. A. Kartawijaya , 1996).

2. 4. Rangkaian Jembatan

Rangkaian jembatan adalah instrumen untuk melakukan pengukuran dengan metoda perbandingan. Rangkaian jembatan ini dipakai secara luas untuk mengukur resistansi, induktansi, kapasitansi, dan impedansi.

Rangkaian jembatan mempunyai empat bagian, disebut lengan yang saling dihubungkan secara seri membentuk konfigurasi wajik. Sumber tegangan DC atau AC dihubungkan antara satu pasang sambungan yang

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

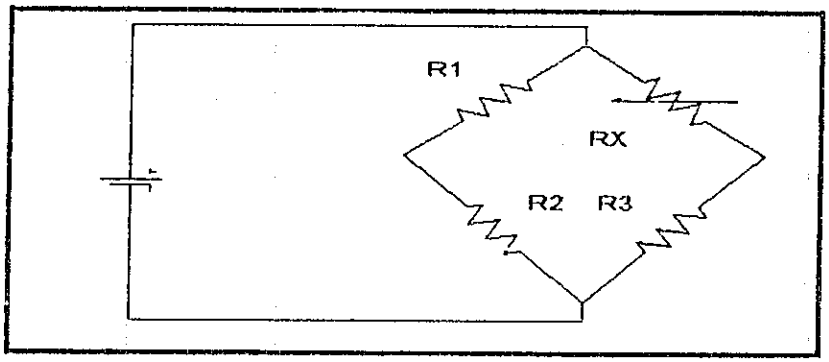
saling berhadapan, dan alat ukur atau rangkaian keluaran dihubungkan pada pasangan sambungan lainnya yang berhadapan.

Rangkaian jembatan bekerja berdasarkan prinsip penunjukan nol. Jika jembatan dalam keadaan seimbang, keluaran akan sama dengan nol. Konsekuensinya, penunjukan menjadi tidak tergantung pada peranti penunjuk. Berdasarkan alasan ini, pengukuran yang akurat dapat diperoleh dengan rangkaian jembatan. Rangkaian jembatan dapat juga mengendalikan rangkaian lain. Saat berlaku sebagai pengendali, satu lengan jembatan berisi elemen resistif yang peka terhadap variabel fisik, misalnya terhadap temperatur atau tekanan.

Jembatan wheatstone adalah rangkaian jembatan yang paling dikenal. Jembatan wheatstone terdiri atas dua cabang resistansi paralel dengan masing-masing cabang berisi dua elemen seri, umumnya resistor. Satu sumber tegangan DC dihubungkan pada jaringan yang berbentuk wajik untuk menyediakan sumber arus bagi jaringan. Sebuah detektor nol dihubungkan antara cabang-cabang paralel untuk mendeteksi kondisi keseimbangan.

Rangkaian dalam gambar 2. 8 pertama kali ditemukan oleh SH Christie pada tahun 1833. Namun, nilainya tidak dikenali sampai tahun 1847 ketika Sir Charles Wheatstone menjelaskan bagaiman rangkaian tersebut dapat menghasilkan pengukuran yang teliti. Karena pengungkapan dan demonstrasi yang dilakukannya, rangkaian jembatan ini kemudian lebih dikenal dengan nama jembatan wheatstone.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.8. Jembatan wheatstone asli seperti yang diperagakan Sir Charles Wheatstone, 1847.

Ketika melakukan pengukuran dengan jembatan wheatstone untuk menentukan nilai sebuah resistor yang tidak diketahui (R_x), satu resistor yang tersisa diubah-ubah nilainya sampai arus yang melewati detektor turun sampai nol. Dalam keadaan seimbang (arus sama dengan nol), tegangan pada R_3 sama dengan tegangan pada Rx dan kedua resistor pembagi, R_1 dan R_2, keduanya melewatkan tegangan yang sama. Hasilnya, $I_1.R_1 = I_x.R_x$; $I_2.R_2 = I_3.R_3$. dari kedua persamaan itu diketahui bahwa $I_2 = I_1$. (Ray Marston, 1996)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)