

PEMISAHAN EMAS PADA *VIDEO GRAPHIC ARRAY* (VGA) KOMPUTER DENGAN METODE ELEKTROLISIS DAN PRESIPITASI

Muhammad Nur Rahim Sjam¹⁾, Yusnimar²⁾, Drastinawati²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1 ²⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Kimia Dasar II

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Email: rahimsjam@gmail.com

ABSTRACT

Gold has been using in electronics and telecommunication industry, for example, Video Graphic Array (VGA) computer. To get the maximum results in the separation of the gold used variations potential difference (6; 9; 12 volt) and the type of precipitant (NaHSO₃ and H₂C₂O₄) . In this study, 5 gram of samples VGA is electrolyzed by using H₂SO₄ for 1 hour. The precipitate formed is separated from the filtrate. The precipitate was dissolved in Aqua Regia at a temperature of 70°C for 30 minutes further diluted with Aqua DM until the volume is 50 mL . Au concentration was analyzed by AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) and Au deposited with NaHSO₃ and H₂C₂O₄ . Based on the analysis result, the maximum Au concentration at the former VGA computer is equal to 181,36 ppm. For 5 grams of the sample , the maximum weight of Au precipitate obtained 1,07 grams by using NaHSO₃ as a precipitant .

Keywords : Au, VGA computer, Electrolysis, Precipitant

1. PENDAHULUAN

Kehidupan manusia tidak terlepas dari peralatan elektronik seperti handphone, televisi, komputer dan lain sebagainya. Dengan kemajuan teknologi yang pesat maka muncul jenis komputer terbaru yang mempunyai spesifikasi semakin tinggi dan canggih. Hal ini menyebabkan konsumen cenderung mengganti komputernya sehingga komputer bekas semakin menumpuk.

Barang elektronik bekas ini keberadaannya tidak dapat disamakan dengan limbah padat lainnya. Komputer bekas memiliki komponen-komponen kimia yang sulit diuraikan oleh mesin pelebur sampah biasa. Komponen-komponen kimia tersebut seperti logam-logam berat Cr, Zn, Ag, Sn, Pb dan Cu berada pada bagian-bagian seperti PCB (*Printed Circuit Board*), RAM (*Random Acces Memory*), VGA (*Video Graphics Array*), *Motherboard*, *Hard disk*, *Chip Memory*, dan soket-soket lain yang terkandung dalam limbah elektronik

tersebut, jika dibakar dapat menyebabkan polusi udara dan menimbulkan penyakit berbahaya bagi kesehatan. (Magdalena, 2003).

Dalam tiga dekade terakhir, pemisahan emas menerima perhatian yang besar karena logam emas cukup banyak digunakan dalam industri elektronik. Dalam limbah elektronik mengandung 0,1 % emas (Au) (Gramatyka dkk, 2007). Menurut Wahib dkk (2014), kandungan emas pada RAM komputer sekitar 57,96 ppm dan kadar Au endapan 6,24%. Kemampuan logam mulia contohnya emas (Au), sebagai penghantar listrik yang baik dan memiliki stabilitas kimia yang tinggi menjadikannya banyak dipergunakan. Selain itu emas banyak digunakan untuk melapisi konektor – konektor pada perangkat elektronik.

Untuk mengatasi barang elektronik bekas yang semakin lama akan semakin menumpuk ini, diperlukan penanganan dan pengolahan yang efektif dan ramah lingkungan. Salah satu cara yang dapat

digunakan untuk mengatasi limbah elektronik tersebut adalah dengan cara pengambilan kembali agar dapat dimanfaatkan kembali (*reuse*). Teknik pemisahan logam-logam dalam limbah elektronik dapat dilakukan melalui proses daur ulang secara pemisahan mekanik, pirometalurgi, hidrometalurgi dan elektrokimia. Masing-masing cara daur ulang tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan ditinjau dari aspek ekonomi dan ekologi sehingga diperlukan cara kombinasi untuk menghasilkan metode yang efektif dan ramah lingkungan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah VGA komputer bekas sebagai sampel, asam sulfat (H_2SO_4), asam nitrat (HNO_3) 65%, asam klorida (HCl) 32%, natrium hidroksida ($NaOH$) 1%, kalium kromat (K_2CrO_4)1%, kalium tiosianat ($KSCN$) 1%, amonium hidroksida (NH_4OH) 1%, kalium ferisianida $K_3Fe(CN)_6$ 1%, natrium bisulfit ($NaHSO_3$), asam oksalat ($H_2C_2O_4$) 10%, aqua DM dan kertas saring.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat elektrolisis, neraca analitik, termometer, *hot plate*, tabung reaksi, gelas kimia, gelas ukur, corong, batang pengaduk, pipet tetes, desikator, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Preparasi Sampel

Sampel VGA komputer bekas dalam penelitian ditimbang dengan berat 5 gram. Bagian yang diambil adalah jari-jari berbentuk pipih dan berwarna keemasan yang telah dipisahkan dari papan induknya menjadi ukuran 2– 5 mm.

Elektrolisis dengan H_2SO_4

Sampel pin – pin dari VGA ditimbang sebanyak 5 gram untuk kemudian di elektrolisis dengan pelarut H_2SO_4 sebanyak 150 mL. Variasi beda potensial yang digunakan adalah 6 volt, 9 volt, 12 volt [Badri, 2012]. Setelah tahap

elektrolisis selesai, dipisahkan endapan Au (residu) dari filtratnya (filtrat I). Filtrat kemudian diidentifikasi sedangkan residu *dileaching* dengan *aqua regia*.

Leaching dengan *Aqua Regia*

Residu yang didapatkan dari tahap sebelumnya, di *leaching* dengan *aqua regia* pada temperatur $70^\circ C$ selama 30 menit [Sheng dan Etsell, 2007]. Pada tahap ini perbandingan berat sampel dengan volume *aqua regia* yang digunakan adalah 1:3. *Aqua regia* dibuat dengan cara mencampurkan HCl dan HNO_3 dengan perbandingan 10:1 [Saadatjoo, 2013]. Setelah *dileaching* selama 30 menit, filtrat yang didapat setelah *leaching* (filtrat II) diencerkan dengan aqua DM sampai volume 50 mL (filtrat III) dan kemudian dianalisa menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Presipitasi Emas (Au)

Filtrat III dipresipitasi dengan variasi jenis presipitan yaitu natrium bisulfit ($NaHSO_3$) dan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) untuk menghasilkan endapan emas (Au). Penambahan $NaHSO_3$ dilakukan sampai filtrat jenuh sedangkan untuk pengendapan menggunakan $H_2C_2O_4$, filtrat ditambahkan dengan 20 mL $H_2C_2O_4$ 10%. Filtrat yang telah ditambah presipitan kemudian dipanaskan pada temperatur $70^\circ C$ selama 15 menit. Setelah endapan Au didapatkan, endapan dipisahkan dari filtrat dengan menggunakan kertas saring. Endapan Au yang telah disaring menggunakan kertas saring dikeringkan menggunakan desikator sampai didapat berat yang konstan.

Identifikasi Ag, Cu dan Fe

Filtrat I, filtrat sisa presipitasi menggunakan $NaHSO_3$ dan $H_2C_2O_4$ diidentifikasi menggunakan reaksi identifikasi dengan beberapa bahan kimia. Menurut Basset [1994] penggunaan reagen untuk mengidentifikasi perak (Ag), tembaga (Cu) dan besi (Fe) adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi perak (Ag) digunakan reagen asam klorida encer (HCl), natrium hidroksida (NaOH) dan kalium kromat (K₂CrO₄) dalam larutan netral.
2. Identifikasi tembaga (Cu) digunakan reagen natrium hidroksida dalam larutan dingin (NaOH) dan kalium tiosianat (KSCN).
3. Identifikasi besi (Fe) digunakan reagen amonium hidroksida (NH₄OH), kalium ferisianida K₃Fe(CN), dan natrium hidroksida (NaOH).

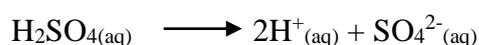
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Konsentrasi Au pada VGA Komputer

Pada proses elektrolisis akan terjadi reaksi reduksi oksidasi (redoks). Elektroda berperan sebagai tempat berlangsungnya reaksi. Reaksi reduksi berlangsung di katoda, sedangkan reaksi oksidasi berlangsung di anoda. Kutub negatif sumber arus mengarah pada katoda dikarenakan memerlukan elektron dan kutub positif sumber arus tentunya mengarah pada anoda. Akibatnya, katoda bermuatan negatif dan menarik kation-kation yang akan tereduksi menjadi endapan logam. Sebaliknya, anoda

bermuatan positif dan menarik anion-anion yang akan teroksidasi menjadi gas. Terlihat jelas bahwa tujuan elektrolisis adalah untuk mendapatkan endapan logam di katoda dan gas di anoda.

Pada penelitian ini, proses elektrolisis bertujuan untuk mengurangi logam pengotor selain emas pada sampel agar mengoptimalkan kinerja proses *leaching* dengan aqua regia. Salah satu logam pengotor tersebut adalah besi (Fe). Secara ringkas dapat ditulis seperti reaksi dibawah ini :



Selanjutnya, akan dilihat pengaruh variasi beda potensial terhadap konsentrasi emas dalam sampel. Penentuan konsentrasi Au dilakukan dengan analisa AAS. Hasil penentuan konsentrasi Au pada VGA komputer dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Penentuan Konsentrasi Au Pada VGA Komputer

Sampel	Jumlah sampel	Beda Potensial (Volt)	Konsentrasi (ppm)	Keterangan
VGA	5 gr	6	132,68	Penelitian ini
VGA	5 gr	9	167,28	Penelitian ini
VGA	5 gr	12	181,36	Penelitian ini
<i>Integrated Circuit (IC)</i>	25 gr	9	24,8	Badri (2012)

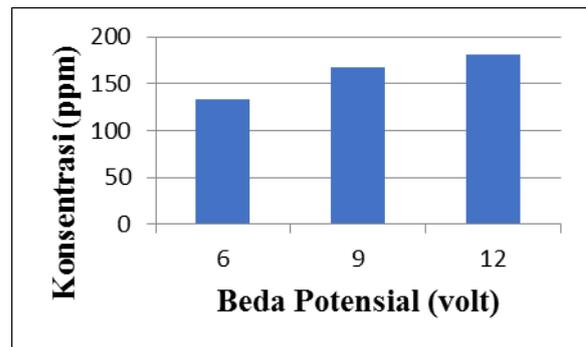
Dari Tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa konsentrasi emas yang didapatkan akan semakin besar dengan bertambahnya beda potensial yang diberikan dengan konsentrasi emas terbesar yaitu 181,36 ppm pada saat beda potensial 12 Volt. Hal ini terjadi karena jumlah elektron yang terbentuk dari beda potensial yang lebih besar akan semakin banyak pula. Jika jumlah elektron semakin banyak maka ion-ion logam yang terbentuk dari proses oksidasi pada anoda juga semakin banyak, sehingga logam-logam pengotor yang terendapkan juga semakin banyak (artinya logam-logam pengotor pada sampel semakin berkurang).

Sesuai dengan tujuan proses elektrolisis pada penelitian ini yaitu untuk mengurangi jumlah logam pengotor pada sampel agar mempermudah proses *leaching* dengan aqua regia. Jika logam pengotor pada sampel semakin sedikit maka proses *leaching* dengan aqua regia akan semakin optimal, sehingga konsentrasi emas yang didapatkan dari proses ini juga semakin besar. Sebagai kesimpulan akhir adalah perubahan beda potensial pada proses elektrolisis akan mempengaruhi jumlah logam-logam pengotor yang terendapkan, selanjutnya akan berpengaruh pada konsentrasi emas yang didapatkan setelah proses *leaching* dengan aqua regia. Semua variabel tersebut berbanding lurus, artinya semakin besar beda potensial yang diberikan, maka semakin banyak pula logam-logam pengotor yang terendapkan dan konsentrasi emas yang didapatkan juga semakin besar, begitu pula sebaliknya.

Pengaruh Variasi Beda potensial terhadap Konsentrasi Au yang Dihasilkan

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi beda potensial pada jumlah Au yang dihasilkan maka dilakukan proses elektrolisis VGA komputer sebanyak 5 g VGA menggunakan H_2SO_4 selama 1 jam dengan variasi beda potensial 6, 9 dan 12 volt. Konsentrasi Au diukur

dengan AAS dan hasil dapat dilihat pada Gambar 3.1.



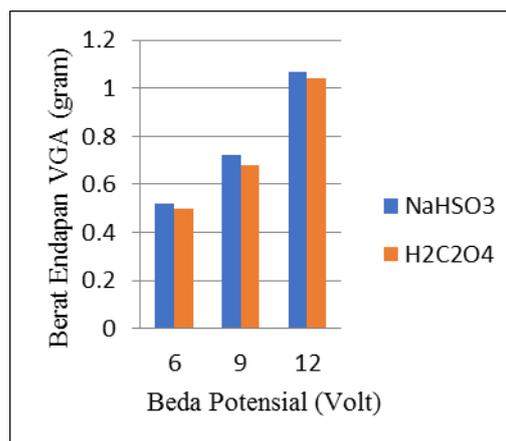
Gambar 3.1 Hasil Elektrolisis VGA Komputer

Pada Gambar 3.1 terlihat bahwa variasi beda potensial pada tahap elektrolisis mempengaruhi konsentrasi Au yang dihasilkan. Konsentrasi Au yang didapatkan pada variasi rasio beda potensial 6, 9, dan 12 volt berturut-turut dengan menggunakan AAS adalah 132,68; 167,28; dan 181,36 ppm. Konsentrasi Au maksimal diperoleh pada beda potensial 12 volt. Hal ini disebabkan, semakin besar beda potensial yang digunakan semakin banyak pula jumlah logam yang tidak diinginkan terlarut, sehingga jumlah Au lebih banyak terpisah dari logam-logam tersebut dan semakin besar pula konsentrasi Au yang didapatkan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa H_2SO_4 dapat melarutkan sampel dengan kelarutan yang hampir sama pada setiap konsentrasi yang diberikan. H_2SO_4 dapat bertindak sebagai migrasi ion pada saat proses elektrolisis sedangkan pemberian beda potensial dapat berpengaruh terhadap massa katoda (Badri, 2012). Beda potensial berpengaruh terhadap massa katoda yang dihasilkan, karena semakin tinggi beda potensial yang digunakan, semakin banyak pula logam – logam lain yang terpisah pada proses elektrolisis.

Pengaruh Variasi Presipitan terhadap Pengendapan Emas

Untuk mengetahui pengaruh variasi presipitan terhadap hasil pengendapan emas, setelah tahap proses elektrolisis menggunakan aqua regia dilakukan proses pengendapan dengan variasi presipitan NaHSO_3 dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Pengaruh variasi jenis presipitan terhadap hasil pengendapan emas dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Tabel 3.2.



Gambar 3.2 Berat Endapan Au yang Dihasilkan dengan presipitan NaHSO_3 dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Tabel 3.2 Hasil Pengendapan Emas dengan Variasi Presipitan

Sampel	Presipitan	Temperatur presipitasi (°C)	Waktu presipitasi	Berat endapan Au					Bentuk dan warna endapan	Ket.
				Rasio sampel:pelarut HNO ₃ (5gr : 10 mL)	Rasio sampel:pelarut HNO ₃ (5gr : 15 mL)	Variasi beda potensial 6 volt	Variasi beda potensial 9 volt	Variasi beda potensial 12 volt		
VGA 5 gr	NaHSO_3	70	15 menit	-	-	0,52 gr	0,72 gr	1,07 gr	Endapan cokelat	Penelitian ini
VGA 5gr	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	70	15 menit	-	-	0,5 gr	0,68 gr	1,04 gr	Endapan biru muda	Penelitian ini
Motherboard 5 gr	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	70	17 jam	-	1,05 mg	-	-	-	Pasir Au	Saadatjoo, dkk (2013)
VGA 5 gr	NaHSO_3	110	-	0,27 gr	-	-	-	-	Endapan Cokelat	Wahib, dkk (2014)
VGA 5 gr	NaHSO_3	Temperatur Ruang	-	0,045 gr	-	-	-	-	Endapan Cokelat	Wahib, dkk (2014)

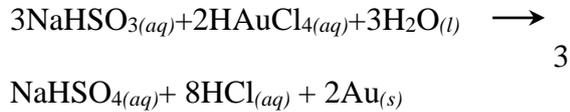
Pada Tabel 3.2 dan Gambar 3.2 menunjukkan bahwa jenis presipitan mempengaruhi berat endapan Au yang diperoleh. Pada penelitian ini, berat endapan maksimum didapatkan pada variasi beda potensial 12 volt dengan presipitan NaHSO_3 yaitu sebanyak 1,07 g VGA. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan presipitan NaHSO_3 memberikan berat endapan Au yang lebih banyak dibandingkan dengan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Jika dibandingkan dengan penelitian lain, berat endapan yang dihasilkan pada penelitian ini memberikan berat endapan yang lebih banyak dibandingkan dengan hasil penelitian lain untuk penggunaan presipitan NaHSO_3

maupun $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Pengendapan menggunakan presipitan NaHSO_3 pada penelitian ini menghasilkan berat endapan yang lebih banyak dibandingkan dengan hasil penelitian Wahib dkk, (2014). Pada tabel 3.2 dapat dilihat berat endapan maksimal pada penelitian ini yaitu sebesar 0,87 g VGA pada beda potensial 12 volt sedangkan pada penelitian Wahib dkk, (2014) dengan jumlah sampel yang sama berat endapan maksimal didapatkan pada temperatur presipitasi 110°C sebanyak 0,27 g VGA.

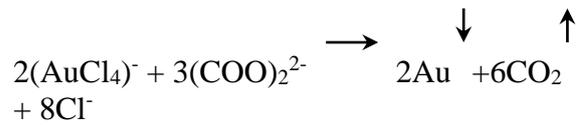
Pada proses presipitasi menggunakan NaHSO_3 , sampel yang telah dilarutkan dengan aqua regia membentuk senyawa kompleks tetrakloroaurat (III).

Penambahan NaHSO₃ berfungsi untuk mereduksi emas dari senyawa kompleks tetrakloraurat (III), HAuCl₄, menjadi padatan Au yang mengendap seperti pada persamaan reaksi 3.1 berikut:



Larutan NaHSO₄ dan HCl yang dihasilkan dari reaksi penambahan NaHSO₃ berwarna hijau bening dan padatan Au berwarna cokelat.

Pada Tabel 3.2, pengendapan menggunakan presipitan H₂C₂O₄ penelitian ini menghasilkan berat endapan sebanyak 1,07 g VGA dengan beda potensial 12 volt pada temperatur presipitasi 70°C selama 15 menit. Sedangkan pada penelitian Saadatjoo dkk (2013), pemisahan emas dengan menggunakan metode pendahuluan *leaching* HNO₃ dan pengendapan pada temperatur presipitasi 70°C didapatkan berat endapan hanya sebesar 1,05 mg dengan waktu pengendapan selama 17 jam. Reaksi pengendapan emas menggunakan H₂C₂O₄ dapat dilihat dari persamaan 3.2 berikut:



Penambahan H₂C₂O₄ berfungsi mereduksi anion tetrakloraurat (III), (AuCl₄)⁻, menjadi endapan Au. Dari penambahan ini juga dihasilkan gas CO₂ dan anion Cl⁻ yang terlarut. Dengan menggunakan H₂C₂O₄ diperoleh emas dalam keadaan koloid sebagai larutan yang berwarna biru (Basset, 1994). Untuk memperoleh endapan Au yang berwarna biru dilakukan pemanasan pada suhu 70°C selama 15 menit. Pada penelitian Saadatjoo dkk (2013), penambahan H₂C₂O₄ menghasilkan endapan berbentuk pasir Au.

Hasil Analisa Kualitatif VGA Komputer

Tujuan analisa kualitatif ini adalah untuk mengetahui keberadaan logam-logam seperti Fe, Cu dan Ag dalam sampel. Sebelum dilakukan analisa kualitatif sampel diolah terlebih dahulu sesuai dengan Gambar 3.1. Untuk mengetahui apakah didalam sampel terdapat Ag, Fe dan Cu maka dilakukan beberapa reksi disajikan dalam Tabel 4.3.

Komponen	Hasil		
	Filtrat HNO ₃	Filtrat sisa pengendapan NaHSO ₃	Filtrat sisa pengendapan H ₂ C ₂ O ₄
Ag	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Fe	Ada	Ada	Ada
Cu	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

Pada Tabel 4.3, berdasarkan hasil analisa kualitatif dapat diketahui sampel VGA komputer mengandung logam Fe dan tidak mengandung logam Ag dan Cu. Sedangkan pada proses pengendapan menggunakan H₂C₂O₄ logam Fe tidak teridentifikasi.

Menurut Wahib dkk, [2014] kandungan logam terbesar pada VGA komputer adalah Cu (32,6%). Tidak teridentifikasinya keberadaan logam Ag dan Cu pada filtrat I disebabkan karena ukuran sampel yang digunakan pada penelitian ini cukup besar (1-3 mm), sehingga sampel VGA pada penelitian ini tidak terhidrolisis sempurna oleh pelarut H₂SO₄ dan masih banyak logam-logam

selain Au seperti Ag, Cu belum terpisah secara maksimal dan masih terbawa di dalam residu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pemisahan emas (Au) pada VGA komputer dapat dilakukan dengan metode elektrolisis.
2. Semakin besar daya listrik yang digunakan semakin tinggi konsentrasi Au yang dihasilkan. Untuk sampel VGA sebanyak 5 gram, kadar Au maksimum diperoleh dengan menggunakan beda potensial 12 volt sebesar 181,36 ppm.
3. Penggunaan NaHSO_3 sebagai presipitan memberikan endapan yang lebih banyak dibandingkan dengan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Berat endapan maksimum terbentuk saat beda potensial 12 volt dengan nilai berturut-turut NaHSO_3 dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ sebesar 1,07 gram dan 1,04 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Badri, Saiful (2012). Pemisahan Emas dari Limbah Elektronik IC (*Integrated Circuit*) Melalui Pengendapan Pendahuluan Tembaga (Cu) secara Elektrokimia. *Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Jember*.
- Basset, J. (1994). *Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: EGC.
- Gramatyka, P., Nowosielki, R., & Sakiewicz, P. (2007). Recycling of Waste Electrical and Electronic Equipment, *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering Vol 20*, 535-538.
- Magdalena, Mary 2003, Indonesia Butuh Konsep Pengolahan Limbah Komputer, *Harian Sinar Harapan Edisi Tanggal Mei 2015*

Sheng, P.P., & Etsell, T.H. (2007). Recovery of Gold from Computer Circuit Board Scrap Using Aqua Regia. *Waste Management and Research*, 25,380-383.

Wahib, A., Tjahjanto, R.T., & Purwonugroho, D. (2014). Pengaruh Suhu pada Ekstraksi Emas dari Limbah RAM (Random Acces Memory) Komputer. *Journal of Kimia.Student University of Brawijaya, Malang*, 2, 283-289.