

APLIKASI RANGKAIAN PENGALI TEGANGAN WALTON COCKCROFT DAN SENSOR AF-30 PADA PENJERNIH UDARA RUANGAN OTOMATIS

Pola Risma¹, Yurni Oktarina²

^{1,2}Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
Jln. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang-30139

ABSTRACT

Air is very important for all the living being in this planet, therefore good quality of air has to be maintained. The air quality in our office environment is much decreasing nowadays, due to human behaviour and life style, such as smoking and in return reduces our health. This reasearch proposes to design an air purifier to increase air quality inside a room. The propose air purifier applies Walton Cockcroft voltage multiflier with voltage output 4000-5000 Vdc to separate carbonmonoxide (CO) from oxigen. This device will work as soon as smoke sensor AF-30 detects carbonmonoxide in the air. This carbonmonoxide detection will result analog signal as the input to the programmed microcontroller ATmega 8535. The output signal of microcontroller ATmega 8535 will activate relay switch circuit and in the end will activate DC Motor fan, voltage multiplier circuit and exhaust fan. The voltage multiplier circuit output is 4420 volt DC at the 13th stage, this high voltage will ionize carbonmonoxide (negatif ion) from oxigen (positif ion). After positif and negative ion get separated, negatif ion would be outed by DC fan to the purifier element, the negatif ion would be the residue and stayed inside the purifier. It is hoped that this device would help in increasing air quality in side office room.

Keywords: Walton Cockcroft voltage multiflier, Ionization, Sensor AF-30

PENDAHULUAN

Udara mempunyai arti yang sangat penting untuk kehidupan mahluk hidup. Oleh sebab itu udara merupakan sumber daya alam yang harus dilindungi kualitasnya. Kualitas udara saat ini semakin menurun umumnya di perkotaan sangat sulit untuk mendapatkan udara yang berkualitas, disebabkan pencemaran udara yang bersumber dari sektor transportasi dan sektor industri, sedangkan di pedesaan kualitas udara juga menurun karena disebabkan pencemaran udara yang berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran untuk memasak di dapur yang menggunakan kayu bakar dimana hasil sisa pembakarannya dapat mengganggu kesehatan masyarakat.

Kualitas udara di lingkungan perkantoran semakin menurun, disebabkan oleh tingkah laku manusia itu sendiri seperti asap rokok, hal ini merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian karena akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia.

Asap rokok mengandung gas karbonmonoksida (CO), semakin banyak asap rokok dalam suatu ruangan maka semakin berkurang pula kandungan oksigen dalam ruangan tersebut. Ditinjau dari kesehatan, karbonmonoksida yang terhisap dapat menyebabkan sakit kepala, mual, pingsan bahkan kematian. Setiap tahun pencemaran udara di dalam ruangan mencapai 1,6 juta jiwa kematian disebabkan asap rokok yang berarti 1 kematian setiap 20 detik.

Udara merupakan campuran gas yang terdapat di permukaan bumi yang mengandung gas nitrogen, gas oksigen, uap air, gas karbon dioksida, dan gas-gas lain. Pada tabel dapat dilihat persentase kandungan gas di udara yang berkualitas dan tidak berkualitas.

Tabel 1. Kandungan udara berkualitas

No	Gas	Kandungan Gas
1.	Nitrogen	78 %
2.	Oksigen	20 %
3.	Argon	0,93 %
4.	Karbon Dioksida	0,03 %
5.	Karbon monoksida	0,04 %

Sumber: <http://repository.usu.ac.id>

Tabel 2. Kandungan udara tidak berkualitas

No	Gas	Kandungan Gas
1.	Nitrogen	45 %
2.	Oksigen	12 %
3.	Argon	6 %
4.	Karbon dioksida	9 %
5.	Karbon monoksida	10 %

Sumber: <http://putracenter.net>

Untuk mengurangi pencemaran udara di dalam ruangan, maka dirancang alat penjernih udara yang dapat menaikkan kualitas udara di dalam ruangan dengan tampilan LCD sehingga dapat dilihat langsung kadar karbonmonoksida yang terkandung di dalam ruangan. Alat penjernih udara merupakan salah satu cara penanggulangan polusi udara terutama di dalam ruangan dengan cara pemisahan (ionisasi) karbonmonoksida dan oksigen yaitu memisahkan kadar karbon yang terdapat dalam oksigen. Untuk memisahkan kadar karbon dalam oksigen ini memerlukan tegangan 4000 Volt DC sampai dengan 5000 Volt DC sehingga prinsip kerjanya disebut elektrostatik.

Proses ionisasi udara merupakan proses penguraian unsur-unsur gas karbonmonoksida dan oksigen dengan menggunakan rangkaian pembangkit tegangan tinggi DC Volt. Udara yang baik merupakan gas yang hanya terdiri dari ion-ion netral yang tidak dapat mengalirkan arus listrik.

Tetapi dalam kenyataannya, udara yang sesungguhnya tidak hanya terdiri dari ion-ion netral saja tetapi ada sebagian kecil dari berupa elektron-elektron bebas yang dihasilkan dari karbonmonoksida, yang akan mengakibatkan udara dan gas dapat mengalirkan arus listrik. Konsentrasi elektron bebas ini dalam keadaan normal sangat kecil dan ditentukan oleh pengaruh radio aktif dari luar. Jika diantara elektroda diterapkan suatu tegangan V, maka akan timbul suatu medan listrik E yang mempunyai besar dan arah tertentu. Di dalam medan listrik, elektron-elektron bebas akan mendapat energi yang cukup kuat, sehingga dapat merangsang timbulnya proses ionisasi. (Artono Arismunandar,1994)

Besar energi tersebut adalah:

$$V = \frac{1}{2} m_e V_e^2 \dots\dots\dots(1)$$

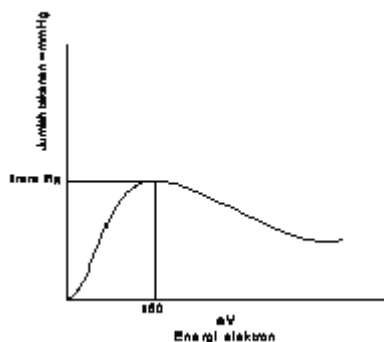
dimana:

- e = muatan elektron (-1,602 x 10⁻¹⁹ C)
- V = beda potensial antara kedua elektroda (v)
- m_e = masa elektroda antara kedua elektroda (9,11 x 10⁻³¹ kg)
- V_e = kecepatan elektron

Efektivitas ionisasi karena benturan (tumbukan) elektron ditentukan oleh energi lihat persamaan 1 atau kecepatan elektron pembentur yaitu:

$$V_e = \sqrt{\frac{2ev}{m_e}} \dots\dots\dots(2)$$

Gambar 1, memperlihatkan grafik kejadian ionisasi untuk udara. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa untuk energi sebesar 150 eV, akan dibebaskan 10 pasangan ion yang terjadi jika elektronnya bergerak sepanjang 1 cm pada tekanan 1 mm Hg.

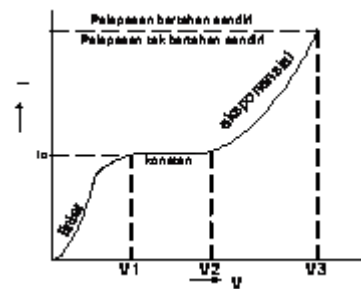


Gambar 1. Kejadian ionisasi udara
Sumber: Artono Arismunandar (1994)

Proses pelepasan (*discharge*) pada udara dan gas dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pelepasan bertahan sendiri (*self sustaining discharge*) dan

pelepasan tak bertahan (*non self sustaining discharge*). Dalam hal ini mekanisme gas dan udara adalah suatu bentuk transisi dari keadaan pelepasan tak bertahan menuju pelepasan bertahan sendiri. Karena gerakan elektron adalah fungsi dari tegangan dan arahnya berlawanan dengan gerakan arus listrik, maka jika suatu tegangan diterapkan antara dua elektroda (katoda dan anoda), arus yang bergerak menuju katoda akan bertambah perlahan-lahan sesuai dengan Bergeraknya elektron. Gerakan ini sesuai dengan arah kuat medan yang ada. Perubahan arus antara dua elektroda pelat yang sejajar sebagai fungsi dari kuat medan yang diterapkan untuk pertama kali diselidiki oleh *Townsend*.

Proses yang terjadi dapat digambarkan seperti pada gambar 2. Menurut *Townsend* arusnya mula-mula naik sebanding dengan tegangan yang diterapkan. Bagian awal grafik ini linier sebab pertambahan elektron yang dibebaskan sebanding dengan naiknya tegangan yang diterapkan.



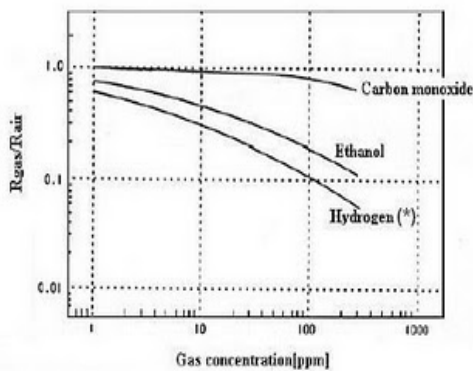
Gambar 2. Proses ionisasi
Sumber: Artono Arismunandar (1994)

Selanjutnya, pertambahan tegangan dari V 1 ke V 2 tidak akan menyebabkan pertambahan arus. Arusnya konstan pada harga i 0, yaitu arus foto listrik yang dihasilkan di katoda oleh penyinaran lembayung ultra (ultra violet). Arusnya konstan, karena semua elektron yang dibebaskan karena penyinaran tersebut sudah habis. Keadaan ini disebut kejenuhan.

Jika tegangan dinaikkan terus sehingga melebihi V 2, maka arusnya akan naik secara eksponensial. Kenaikan arus sesudah tegangan melebihi V 2 menurut *Townsend* disebabkan oleh ionisasi gas karena benturan elektron. Pada waktu gas karena benturan elektron. Pada waktu kuat medan naik, maka elektron-elektron yang meninggalkan katoda makin lama makin dipercepat, sehingga elektron-elektron ini memiliki cukup energi untuk memungkinkan terjadinya ionisasi akibat benturan dengan atom atau molekul gas. Tumbukan-tumbukan ini akan menimbulkan elektron-elektron baru, yang kemudian juga memperoleh tambahan energi dari medan sehingga mampu pula melakukan ionisasi. Dengan demikian, jumlah elektron yang dibebaskan makin lama makin banyak dan arusnya pun makin besar. Jika tegangannya telah mencapai suatu harga kritis V s, maka arus bertambah sangat cepat dan akhirnya

akan terjadi pelepasan bertahan sendiri. (Artono Arismunandar, 1994)

Sensor asap merupakan sensor yang mendeteksi keberadaan gas-gas seperti gas karbonmonoksida yang terkandung dalam asap rokok. Sensor ini bekerja dengan menggunakan teknik photoelektrik, sehingga mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi untuk mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut diudara dengan tingkat konsentrasi tertentu hal ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik sensor
 Sumber: www.digilib.itelkom.ac.id

Dari grafik pada gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan mengukur perbandingan antara resistansi sensor pada saat terdapat gas dan resistansi sensor pada udara bersih atau tidak mengandung gas tersebut (R_{gas}/R_{air}), dapat diketahui kadar gas tersebut. Sebagai contoh jika resistansi sensor (R_S) pada saat terdapat gas Hydrogen adalah $1K\Omega$ dan resistansi sensor (R_S) pada saat udara bersih adalah $10K\Omega$ maka $R_{gas}/R_{air} = 1K\Omega / 10K\Omega = 0,1$.

Dari perhitungan diatas serta menurut grafik pada gambar 3 jika $R_{gas}/R_{air}=0.1$ maka konsentrasi gas Hydrogen pada udara adalah sekitar 100ppm. Untuk mengetahui besarnya resistansi sensor (R_S) saat udara bersih dapat dihitung menggunakan rumus:

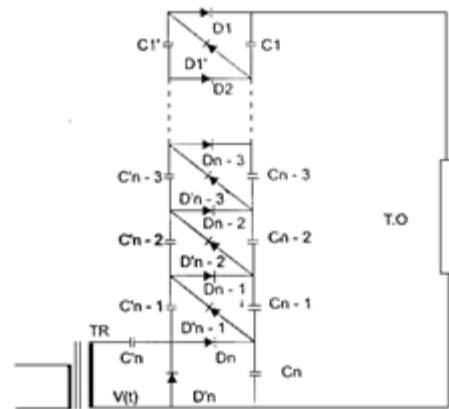
$$\frac{R_{gas}}{R_{air}} = \frac{1000\Omega}{10000\Omega} = 0.1 \dots\dots\dots(3)$$

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah chip di mana di dalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O, Memori bahkan ADC. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. (Ardi Winoto, 2010)

Relay adalah suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan

seperangkat kontak sakelar. Terdiri dari kumparan kawat penghantar dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar. (www.id.wikipedia.org)

Rangkaian pengali tegangan Walton Cockroft merupakan rangkaian penyearah cascade (bertingkat) dengan disusun secara bertingkat sehingga mendapatkan tegangan yang kita inginkan. Pada gambar 4 memperlihatkan rangkaian penyearah bertingkat sehingga rangkaian tersebut mampu merubah dari arus rendah menjadi arus yang lebih besar.



Gambar 4. Rangkaian penyearah bertingkat
 Sumber: Abdul Syakur, dkk (2003)

Untuk jumlah n tingkat tegangan keluaran dapat mencapai $2n V_{maks}$ pada beban kosong. Pada praktiknya, nilai tegangan keluarannya selalu lebih kecil dari $2n V_{maks}$ karena adanya rugi-rugi tegangan pada transformator dan dioda. Nilai jatuh tegangan ini yang akan semakin bertambah dengan bertambahnya tingkatan. Pada keadaan hubung buka (tidak berbeban), yang perlu diperhatikan adalah nilai tegangan yang mampu dipikul. Namun, semakin besar nilai kapasitansi, maka akan lebih efisien. (Abdul Syakur, dkk, 2003)

BAHAN DAN METODE

Perancangan penjernih udara otomatis ini terdiri dari sumber tegangan AC (tegangan jala-jala PLN 220 Vac/50 Hz, 2 A), dan sumber tegangan dc 12 Vdc. Pada dasarnya rangkaian penjernih udara dalam ruangan terdiri dari tiga bagian:

Pertama, Rangkaian masukan berupa sensor asap AF-30 yang akan menghasilkan sinyal pada saat mendeteksi asap rokok di sekitar ruangan, kemudian sinyal ini diteruskan ke rangkaian mikrokontroler ATmega 8535, *Kedua*, Saat rangkaian mikrokontroler menerima sinyal dari sensor asap, lalu sensor tersebut menghasilkan sinyal berupa analog untuk ditampilkan ke LCD display dan menentukan rangkaian saklar relay on/off dan *Ketiga*, Rangkaian saklar relay yang mengalami perubahan posisi akan mengalirkan tegangan pada

kipas motor DC, pembangkit tegangan tinggi searah, dan kipas pembuangan (*Exhaust Fan*). Dimana kipas DC bekerja sebagai penghisap asap rokok, rangkaian pembangkit tegangan searah bekerja sebagai pengikat karbon yang terkandung di dalam asap rokok, dan kipas pembuangan akan membuang karbon yang merupakan hasil dari proses ionisasi.

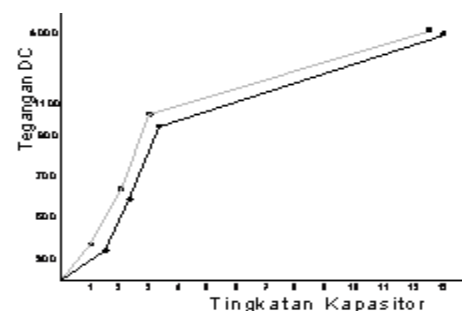
Sumber tegangan 220 volt AC dikonversikan menjadi tegangan DC yang digunakan untuk beberapa rangkaian antara lain 12 V sebagai suplai tegangan untuk mengaktifkan kipas DC, 9 V sebagai suplai tegangan untuk mengaktifkan sensor asap, dan 5 V sebagai suplai tegangan untuk mikrokontroler. Sedangkan untuk mengaktifkan exhaust fan dan rangkaian pengali tegangan digunakan tegangan 220 VAC.



Dalam pembuatannya dilakukan penggabungan dari beberapa bidang, yaitu rangkaian perangkat keras (*hardware*) dan program pengendali (*software*), sehingga rangkaian perangkat keras tentu tidak dapat beroperasi dengan sendirinya tanpa ada sebuah program pengendali yang mengatur pendeteksian dan penjernihan udara di dalam ruangan. Metode pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran pada masing-masing titik uji untuk mengetahui karakteristik input dan output yang sesuai antara satu blok dengan blok yang lain dan bertujuan untuk mendapatkan data perbandingan pengukuran dan perhitungan rangkaian pengali tegangan pada penjernih udara dalam ruangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tabel 3 dapat dilihat data hasil pengukuran, pada titik uji tingkat pertama yaitu 334,67 V, tingkat kedua 668,67 V dan tingkat ketiga 1011,67 V, sehingga output tegangan naik dua kali lipat. Output tegangan pada tiap tingkatan rangkaian pengali tegangan naik secara *Fluktuasi*, disebabkan oleh nilai kapasitansi dari kapasitor pada setiap tingkatannya.

Pada titik uji tingkat ketiga, pengukuran output tegangan pada rangkaian pengali tegangan yaitu rata-rata 1011,67 V, sedangkan hasil perhitungan tegangan outputnya yaitu 1020 V. Perbedaan hasil pengukuran dan perhitungan terjadi tidak terlalu signifikan, karena hanya berbanding sekitar $\pm 10\%$.



Ket :  : Hasil pengukuran
 : Hasil perhitungan

Gambar 5. Perbandingan pengukuran dan perhitungan
 Sumber: data diolah

Tabel 3. Data perbandingan pengukuran dan perhitungan

No	Tingkat Pengali Tegangan (n)	Titik Pengukuran (TP)	Pengukuran					Perhitungan $E_{out} = 2n.E_{in}$	
			Vin (V)	P1 (V)	P2 (V)	P3 (V)	Rata-rata (V)	Vin (V)	Vout (V)
1.	0	Tpin	170	170	169	160	166,3	170	170
2.	1	T1	170	330	335	339	334,67	170	340
3.	2	T2	170	670	665	671	668,67	170	680
4.	3	T3	170	1009	1011	1015	1011,67	170	1020
5.	4	-	170	-	-	-	-	170	1360
6.	5	-	170	-	-	-	-	170	1700
7.	6	-	170	-	-	-	-	170	2040
8.	7	-	170	-	-	-	-	170	2380
9.	8	-	170	-	-	-	-	170	2720
10.	9	-	170	-	-	-	-	170	3060
11.	10	-	170	-	-	-	-	170	3400
12.	11	-	170	-	-	-	-	170	3740
13.	12	-	170	-	-	-	-	170	4080
14.	13	-	170	-	-	-	-	170	4420

Sumber: hasil olahan

Tabel 4. Hasil pengukuran sensor AF-30

		Sensor AF-30					
		Tidak ada asap			Ada asap		
	V in (v)	9	9	9	9	9	9
	Vout (v)	0	0	0	4,86	4,86	4,86
Mikrokontroler	V in (v)	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86
	Vout (v)	0	0	0	4,76	4,79	4,78
	Relay 1	0 v	0 v	0 v	4,76 v	4,79 v	4,78 v
	Relay 2	0 v	0 v	0 v	4,76 v	4,79 v	4,78 v
LCD	Tampilan LCD	Kadar asap normal 25ppm			Warning bahaya asap >25ppm		
	Tegangan (V)	4,6			4,6		

Sumber: hasil olahan

Proses ionisasi terjadi saat tegangan tinggi dc yaitu pada tingkat pengali ke-12 yaitu 4080 V. Pada saat ini karbonmonoksida yang merupakan ion negatif akan terpisah dengan oksigen sebagai ion positif karena adanya penambahan elektron seiring dengan penambahan tegangan yang diberikan. Dari data tabel 4 diketahui bahwa sensor akan aktif dan memberikan logika 1 ke mikrokontroler, pada saat sensor mendeteksi adanya asap yang berlebih didalam ruangan secara otomatis sensor akan aktif dengan besar tegangan keluaran 4,86V dan bila tidak terdeteksi asap tegangan akan berada pada keadaan standby karena pada dasarnya prinsip kerja dari sensor AF-30 tersebut adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap mewakili asap rokok, yaitu gas Hydrogen dan Ethanol.

Apabila sensor mendeteksi adanya asap, maka sensor memberikan logic 1 ke mikrokontroler dan mengaktifkan relay 1 dan 2 selama 20 detik (timer diatur dalam program), dan rangkaian kipas DC dan mengaktifkan *ex-haust* yang untuk membuang asap dari dalam ruangan keluar ruangan. Setelah 20 detik, relay 1 dan 2 dinonaktif.

Pada saat sensor AF-30 mendeteksi adanya asap dalam ruangan dengan kadar diatas normal yaitu > 25 ppm, maka rangkaian sensor akan aktif. Untuk output sensor akan berlogika 1 dengan tegangan 4,86 v ke IC mikrokontroler maka port D5 dan port D6 akan berlogika 1 dengan besar tegangan 4,86 v yang berfungsi untuk mengaktifkan driver relay lalu mengaktifkan kipas DC dan *ex-haust* untuk membuat asap dalam ruangan untuk menjadi udara yang berkualitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengukuran dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain terjadi perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan pada titik uji tingkat ketiga $\pm 10\%$, dimana untuk pengukuran output tegangan pada rangkaian pengali tegangan yaitu rata-rata 1011,67, sedangkan hasil

perhitungan tegangan outputnya yaitu 1020 Vdc. Pemisahan (ionisasi) karbonmonoksida (ion negatif) dan oksigen (ion positif) terjadi pada output tegangan rangkaian pengali tegangan 4420 Vdc pada tingkat ke-13, dengan meningkatnya kandungan oksigen (O₂) di udara dalam ruangan, maka dapat dikatakan udara dalam ruangan tersebut berkualitas. Sensor ini aktif mendeteksi asap > 25 ppm pada tegangan 4,86 V dan mengaktifkan mikrokontroler dan relay untuk yang selanjutnya mengaktifkan *ex-haust fan* untuk membuang asap.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Syukur, dkk. 2003. *Teknik Tegangan Tinggi Dasar Pembangkitan dan Pengukuran*, Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.
- Artono Arismunandar. 1994. *Teknik Tegangan Tinggi Suplemen*, Jakarta: Penerbit PT. Pranya Paramita.
- Ardi Winoto. 2010. *Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535*, Bandung: Penerbit Informatika
- www.digilib.itelkom.ac.id diakses tanggal 11 Agustus 2011
- http://repository.usu.ac.id/simple-search?query=udara diakses tanggal 8 Sept 2011
- http://putracentr.net/2009/01/070/pencemaran-udara-dampak-dan-solusinya/ diakses tanggal 8 Sept 2011
- www.id.wikipedia.org/wiki/Relay diakses 13 Sept 2011